

**Beitrag zur Darstellung
der historischen Entwicklung der Kenntnisse
über das vegetative Nervensystem**

von
MANFRED LOTZ
Nürnberg
München

1967

Aus der Abteilung für Neuropathologie beim Pathologischen
Institut der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. O. Stochdorph)

BEITRAG ZUR DARSTELLUNG DER HISTORISCHEN
ENTWICKLUNG DER KENNTNISSE ÜBER DAS
VEGETATIVE NERVENSYSTEM

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Manfred L o t z

Nürnberg

München

1967



Berichterstatter: Prof. Dr. O. Stochdorph
Dekan: Prof. Dr. M. Kiese
Tag der mündlichen Prüfung: 6.6.1967

Meinen Eltern

gewidmet

I n h a l t s v e r z e i c h n i s .

- I. EINLEITUNG.
- II. STRUKTUREN.
 - 1. Nerven (einschl. Gefäßnerven)
 - 2. Ganglien
 - 3. Gangliengruppierungen
 - a) Grenzstrang
 - b) Plexus solaris und andere Plexus
 - c) Intramurale Plexus
 - 4. Rami communicantes
- III. FUNKTIONSWEISEN UND ZIELE.
 - 1. Nerven
 - 2. Ganglien
 - 3. Rami communicantes
- IV. ORDNUNGSPRINZIPIEN DER UNTERTEILUNG DES NERVENSYSTEMS.

 - 1. GALEN
 - 2. BICHAT
 - 3. REIL
- V. ANGEZOGENE LITERATURSTELLEN.
- VI. ZUSAMMENFASSUNG.
- VII. SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS.

I. EINLEITUNG.

Organsysteme werden in der heutigen Literatur teils anatomisch, teils funktionell definiert. So wird einerseits von den oberen Luftwegen, andererseits von Respirationsapparat gesprochen. Besonders vielfältig ist der Modus der Begriffsbestimmung beim Nervensystem. Hier wird z.B. von CLARA von einer Unterscheidung zweier Funktionssysteme ausgegangen, eines oikotropen Systems, das mit den Beziehungen zur Umwelt befaßt ist, und eines idiotropen Systems, dem die Regelung von Atmung, Verdauung, Stoffwechsel, Sekretion, Wasserhaushalt, Körperwärme, Fortpflanzung etc. zugeschrieben wird, und das dabei die Einzelfunktionen im Dienst der Erhaltung des Lebens zu einer sinnvollen Ganzheit zusammenschließen soll. Weitergehende Definitionsansätze stützen sich auf pharmakodynamische Effekte ("cholinergisch - adrenergisch").

Unternimmt man es, das Gefüge des Nervensystems nach den Gewebsstrukturen aufzuteilen, welche die kerntragenden Anteile der Nervenzellen beherbergen, so ergibt sich eine anatomisch begründete Einteilung in vier Teilsysteme (STOCHDORPH):

- a) das Zentralorgan Gehirn und Rückenmark
- b) die sensiblen Ganglien der cranialen und spinalen Region
- c) die Ganglien des vegetativen Nervensystems
- d) Riechschleimhaut mit intraepithelialen Sinnesnervenzellen.

Am vegetativen Nervensystem lassen sich bei dieser Betrachtungsweise wiederum drei Teilgebiete unterscheiden, von denen der sog. Grenzstrang, d.h. die Kette der paravertebral gelegenen Ganglien, die am leichtesten darzustellende und am längsten bekannte Struktur ist.

Die Kenntnis dieser Systeme ist im Laufe der Geschichte der Medizin etappenweise vervollständigt worden. Zur Darstellung dieser Entwicklung lassen sich unterscheiden die jeweiligen Kenntnisse und Vorstellungen

- a) über die anatomischen Strukturen,
- b) über die Funktion dieser Strukturen,
- c) über die Ordnungsprinzipien, unter denen die Strukturen und Funktionen betrachtet werden.

Sie werden in dieser Reihenfolge abgehandelt. Literaturstellen werden dazu nach Möglichkeit im Original mit Übertragung ins Deutsche zitiert; sie sind in einem besonderen Kapitel zusammengefaßt, auf dessen jeweiligen Abschnitt durch "V., x..." verwiesen wird.

II. DIE ANATOMISCHEN STRUKTUREN.

1. N e r v e n .

Claudius GALENUS (131 - 200 n.Chr.), der größte Arzt und gleichzeitig der literarisch fruchtbarste Schriftsteller des Altertums hat auf fast allen Gebieten der Medizin einen reichen Erfahrungsschatz, jedoch auch viele Theorien und Spekulationen überliefert. Während das Gebäude seiner Theorien über die Funktion des Nervensystems (s. S.12) nur mehr die Rolle einer historischen Gegebenheit spielt, haben manche seiner Beobachtungen auch heute ihre Gültigkeit.

GALEN beschreibt sieben Hirnnervenpaare, welche aus der Gehirnbasis entspringen. Was wir heute als

N. glossopharyngeus

N. vagus

N. accessorius

und den Grenzstrang

bezeichnen, faßte er als sechstes Hirnnervenpaar zusammen. Diese Einteilung wird verständlich, wenn man weiß, daß GALEN hauptsächlich Tiere seziiert hat.

Bei Hund und Pferd entspringen nämlich der neunte und zehnte Hirnnerv so dicht nebeneinander aus der Medulla oblongata, daß sie in der Tiermedizin auch gemeinsam als N. vagoglossopharyngeus bezeichnet werden. Unmittelbar daneben kommt bei diesen Tierarten auch der N. accessorius zum Vorschein.

Einer der hervorragenden Anatomen, die nach eineinhalb Jahrtausenden medizingeschichtlicher Dunkelheit die GALENsche Tradition weiterführten, war Johann VESLINGIUS (1598 - 1649). Stark den von den Arabern und der Renaissance überlieferten Dogmen verhaftet, brachte er dennoch eingehende eigene Beschreibungen von sieben Hirnnervenpaaren und sechs Nervenpaaren, welche aus dem Rückenmark entspringen. Der N. vagus nennt er das sechste, den N. hypoglossus das siebente Paar. Der Sympathicus ist für VESLING der innere Ast der Nerven des sechsten Paares. Dieser entstehe durch den Zusammenfluß von Ästen der Spinalnerven. Die Grenzstrangganglien werden als verstärkende Einscheidungen angesehen (V., x 1).

Der in Paris ansässige Däne WINSLOW (1669 - 1760) brachte nach GALEN und VESLING eine dritte anatomische Einteilung. Die "portio dura nervi auditorii" mit ihren Verzweigungen nennt WINSLOW "die kleinen sympathischen Nerven". Offenbar sah er den N. facialis und den N. statoacusticus, welche dicht nebeneinander aus der Gehirnbasis entspringen, als einen Nerven - den "nervus auditorius". Der Anatom bezeichnete den N. facialis deshalb als "portio dura", weil sich der N. facialis im Vergleich mit dem N. statoacusticus derb anfühlt (Io.).

Dem Vaguspaar und seinen Verflechtungen (Plexus bedeutet Geflecht), vor allem mit dem Grenzstrang, gibt WINSLOW den Namen "mittlere sympathische Nerven" (V., x 2). Als dritte und größte Einheit seines Systems nennt er die Grenzstränge die "großen sympathischen Nerven". WINSLOW hält den Namen für angebrachter als den damals üblichen

Namen "Intercostalnerven", weil zahlreiche Verbindungen zu den anderen Nerven des Körpers bestehen (V., x 3).

Der Name des N. vagus dürfte auf den Engländer Thomas WILLIS (1621 - 1675) zurückgehen, der ihn wegen seiner anatomischen Verbindungen zu allen lebenswichtigen Organen auch den "wandering nerve" nannte. WILLIS äußerte in seinem Buch "cerebri anatome" als erster die Vermutung, daß der Ast des Vagus, der zum Aortenbogen zieht, und den wir heute als den Nervus depressor Aortae kennen, etwas mit der Pulsregulierung zu tun haben könnte.

Bei REIL und BICHAT tauchen die Begriffe N. splanchnicus maior et minor zum ersten Mal auf. Etwa zur gleichen Zeit stellte WRISBERG fest, daß bei manchen Menschen überdies ein "N. splanchnicus supremus" vorhanden ist.

Die ersten Kenntnisse von Gefäßnerven sind uns einmal von REIL selbst, außerdem von seinen Zeitgenossen SCARPA, WRISBERG, BICHAT, D. LUCAE, REISSEISEN und SÖMMERING überliefert.

REIL: "Die groben und großen Geflechte lösen sich in kleinere und feinere Produktionen auf, und verfolgen die Zerästelung der Gefäße, bis sie deren Zweige zuletzt mit den feinsten Netzen umspinnen, so daß einerlei Typus einer netzartigen Bildung durch das ganze Gangliensystem herrscht."

SCARPA stellte fest, daß die Carotiden nur bis zu der Stelle mit Gefäßnerven versehen sind, an der sie in das Gehirn eindringen.
Das gleiche fand WRISBERG bei den Vertebralarterien.

BICHAT beschrieb die Nervenversorgung der großen Arterien. Außerdem erkannte er, daß Venen weniger Gefäßnerven haben als Arterien.

D. LUCAE konnte die Altersabhängigkeit des Gefäßnervenreichtums zeigen: Je jünger ein Mensch ist, um so mehr

Gefäßnerven sind bei ihm zu finden.

Die Nerven in der Wand der Lungen- und Hodenarterien wurden von REISSEISEN und SÖMMERING dargestellt.

2. G a n g l i e n .

Die ersten Ganglien sind nicht, wie LANCISI, HALLER und HIRSCH fälschlicherweise behaupteten, von Gabriel FALLOPPA (1523 - 1562) entdeckt worden, sondern waren schon GALEN bekannt. Nach dessen Meinung bestanden diese aus der gleichen Substanz wie die Nervenfasern selbst. Von GALEN dürfte auch die Bezeichnung "Ganglion" (griech., bedeutet Auftreibung) stammen, da sie vorher nicht zu finden ist. Die Griechen hatten für Nerven, Sehnen und Bänder den gemeinsamen Namen "Neuron" (νευρον). So ist es auch zu verstehen, daß sie eine traumatisch hervorgerufene Ausstülpung der Sehnenscheide ebenso mit dem Wort "Ganglion" bezeichneten, wie die Auftreibungen im Verlauf von manchen Nerven. Klinisch bezeichnen wir ja noch heute eine traumatisch hervorgerufene Ausstülpung der Sehnenscheide an der Streckseite des Handgelenkes als Ganglion. Hippocrates hatte für Sehnen, Bänder und Nerven noch die gemeinsame Bezeichnung τοξον (Bogen) oder νευρα (Sehnen). Aristoteles hat dann zum ersten Mal die Nerven eindeutig von Flechsen und Bändern unterschieden. Er bezeichnete sie als "Wege des Gehirns" (ποροι του εγκεφαλου).

3. G a n g l i e n g r u p p i e r u n g e n .

a) Grenzstrang.

GALEN und VESLINGIUS hatten den Grenzstrang des Sympathicus zwar als Bestandteil einer Gruppe von Nerven beschrieben, ihm aber keinen besonderen Namen gegeben (s. II., 1.).

WILLIS (1664) nannte ihn "Intercostalnerf", weil er "entlang den Wurzeln der Rippen lief und in jedem Zwischenrippenraum einen Nerven enthielt".

Was wir heute anatomisch, physiologisch und pharmakologisch Sympathicus nennen, ist der Nachklang des WINSLOWSchen Begriffes der "sympathischen Nerven" (s. II., 1.).

Die französische Medizin hat bis in die Gegenwart den Ausdruck "Grand Sympathique" beibehalten.

Der Gedanke des Grenzstranges stammt von BICHAT (V., x 4) und taucht als Bestandteil von REILs Halbleitertheorie wieder auf (V., x 5).- Die Bezeichnung "Grenzstrang" wurde erst später geprägt.

Die nach dem heutigen Stand der Kenntnisse überflüssig gewordene Frage nach dem Ursprung des Grenzstranges wird in der Fachliteratur immer noch gestellt und beantwortet: "Nur dieses thoracolumbale Gebiet des Rückenmarkes ($Th_1 - L_3$) ist in der herrschenden Auffassung als Ursprungsgebiet des Sympathicus anzusehen; nur von diesen Segmenten kommen Rami communicantes albi" (BENNINGHOFF-GOERTTLER 1960).

Man geht dabei über die Tatsache hinweg, daß der Truncus sympathicus kein Hirnnerv ist, und insofern nicht von einem Ursprung gesprochen werden kann.

Die Tradition dieser irreleitenden Fragestellung ist sehr alt:

Im Corpus hippocraticum finden wir die Angabe, daß Sympathicus und Vagus gemeinsam von der Hirnbasis ausgehen. Anatomische Zeichnungen, welche diese Behauptung stützen, haben Etienne de STEFANUS (1545) und EUSTACHIUS (1552) angefertigt.

Andreas VESAL, der Begründer der neuzeitlichen Anatomie, zeigte in seinen exakten Darstellungen einen Grenzstrang, welcher seinen Ursprung an der Hirnbasis hat.

WILLIS ließ den Grenzstrang aus dem siebten, achten und zehnten Hirnnerven entspringen.

HALLER nahm an, der Truncus sympathicus ginge vom Plexus caroticus aus. Die Wende zur heutigen Anschauungsweise bahnte sich durch Francois Xavier BICHAT (1802) an.

Die Grenzstrangganglien sieht er als Mittelpunkte einzelner ganglionärer Nervensysteme an, welche durch Anastomosen verbunden sind. Demzufolge existiere der Sympathicus als Nerv überhaupt nicht, sondern stelle eine Anastomose-Kette dar.

Seine Stellungnahme begründet er mit folgenden Beobachtungen:

Im Verlauf seiner zahlreichen Sektionen (in einem Winter 600 Leichen) zeigte sich, daß bei manchen Menschen die Anastomosen zwischen zwei Grenzstrangganglien völlig fehlen können, ohne daß in denjenigen Organen, zu welchen der unterbrochene "Nerv" führte, Störungen zu finden waren. BICHAT entdeckte z.B., daß mitunter zwischen dem Brust- und Lendentheil des Sympathicus eine Lücke bestand. Ebenso waren in der Lenden- und Kreuzbeinregion oft keine Verbindungen der Ganglien zu finden. Immer ohne Anastomosen zu anderen Ganglien ist das G. ophthalmicum (ciliare), G. sphenopalatinum u.a.

Auch das G. cervicale superior der Vögel hat nie Anastomosen mit anderen Ganglien; manche Tierarten haben häufig solitäre Ganglien im Verlauf des Sympathicus.

Die Zahl der Anastomosen zwischen zwei Ganglien wechselt; einmal bestehen die Verbindungen nur aus einem Zweig, dann wieder aus mehreren, so daß man nicht von einem Nerven sprechen kann.

Wenn schließlich der Grenzstrang als Nerv bezeichnet wird, müßte er einen Ursprung haben. Angenommen, er käme aus dem sechsten Paar (Vagus), verhält er sich doch völlig entgegengesetzt zu den übrigen Nerven, welche in ihrem Verlauf dünner und nicht dicker werden. Angenommen, der Truncus sympathicus käme aus dem Rückenmark, "dann würden aber die Zweige, welche er in einer Gegend liefert, von den Zweigen herrühren, welche er in dieser Gegend vom Rückenmark erhält. So würden also der große und kleine splanchnische Nerv von gewissen Intercostalnerven entspringen, nun sind sie aber offenbar - besonders der

erstere - viel dicker als die Summe der Zweige, aus denen sie ihren Ursprung ziehen würden".

Auch Franz Josef GALL (1810) demonstrierte, daß der Grenzstrang kein Nerv ist.

b) Plexus solaris u.a.

Es ist erstaunlich, daß Andreas VESALIUS (1514 - 1564) ein makroskopisch so gut sichtbares Gebilde wie den Plexus solaris weder beschrieben noch gezeichnet hat. Erst bei VESLINGIUS finden wir im Jahre 1647 eine Beschreibung (V., x 6).

Den Ausdruck "Plexus solaris" verdanken wir Thomas WILLIS (1621 - 1675). Er sah diesen "Plexus mesenterii maximus" von den kleineren Plexus des Abdomens umgeben, wie die Sonne von ihren Planeten: "In media horum (plexorum) plexus omnium maximus velut sol inter ceteros planetas consistit."

WILLIS beschreibt außerdem einen Plexus pulmonalis und einen Plexus cardiacus (V., x 2). Außerdem erwähnt er ein Kranzgeflecht des Magens ("Plexus coronarius stomachicus"), welche unserem heutigen Plexus gastricus anterior et posterior entsprechen dürfte. Ferner einen "Plexus hepaticus", einen "Plexus splenicus", "Plexus mesenterici" und "Plexus renales".

c) Intramurale Plexus.

Die nach MEISSNER und AUERBACH benannten intramuralen Plexus sind schon wesentlich früher von WILLIS (1621 - 1675) in seinen "Opera omnia" beschrieben worden. Er sprach von einer "tunica nervea" in der Wand des Magen-Darm-Traktus (V., x 7).

MEISSNER, der im Jahre 1857 die Entdeckung von "peripheren Ganglien in der submucösen Schicht der Darmwand" veröffentlichte, kannte den Ausdruck "tunica nervea". Er brachte aber keine Erklärung über dessen Herkunft.

AUERBACH legte im Jahre 1862 seine Schrift: "Über einen Plexus myentericus, einen bisher unbekannten ganglio-nervösen Apparat im Darmkanal der Wirbeltiere" vor. Ebenso wie MEISSNER fand er diesen Plexus zuerst bei Vögeln und Säugetieren (Tauben, Huhn, Sperling, Kaninchen) und später auch im menschlichen Darm. In der Originalschrift AUERBACHS heißt es: "Er (der Plexus myentericus) hat seine Lage in der Muskelhaut, und zwar genau zwischen Ringmuskel- und Längsmuskelschicht; an denjenigen Stellen des Dickdarmes aber, die von Längsmuskelfaserbündeln frei sind, liegt er außerhalb der Ringmuskelschicht, dicht unter dem Peritonealüberzuge".

d) Vegetative Ganglien des N. trigeminus.

Das "G. sphenopalatinum" wird der wissenschaftlichen Welt zum ersten Mal durch MECKELS Abhandlungen "Observations Anatomiques sur und Noend ou Ganglion" bekannt. Auch eine Schrift über das "Ganglion sub-maxillare" veröffentlicht er als erster. GÖRKE schreibt im Jahre 1750 die Entdeckung des G. ciliare dem Anatomen SCARPA zu. Erwähnt finden wir dieses Ganglion bei MECKEL und eingehend beschrieben bei BICHAT.

4. Rami communicantes.

Die früheste Zeichnung von Rami communicantes wurde von Andreas VESAL angefertigt. Er stellte sie im Zusammenhang mit dem sechsten Hirnnervenpaar (GALENSche Einteilung) dar.

Xavier BICHAT gibt uns zum ersten Mal eine genaue Beschreibung. Auf Grund der anatomischen Struktur sieht er die Rami communicantes als Verbindungsnerven zwischen dem Nervensystem des animalischen und vegetativen Lebens im Säugetier (V., x 8). Er unterscheidet zwischen "Rami communicantes albi et grisei". Die mit Neurilemma und Mark versehenen Rami albi gehören zum

Cerebralsystem. Die gräulich bis rötlichen Rami grisei finden sich vor allem in den Plexus und sind so dem vegetativen Nervensystem zugeordnet (V., x 9).

III. FUNKTIONSWEISEN UND ZIELE.

1. N e r v e n .

Um das spätere neurologische Denken zu verstehen, ist es notwendig, sich mit den GALENSchen Anschauungen und deren Quellen auseinanderzusetzen. Für ihn war das Nervensystem eine Anordnung von Röhren, durch welche die "animale Seele" wehte.

Der "Spiritus animalis", gebildet in der Formatio reticularis (Plexus reticulé) der basalen Meningen aus dem "Pneuma", welches der Mensch einatmet, werde in den vier Gehirnventrikeln gespeichert und gehe als feiner Hauch in die Nervenröhren oder -schläuche. Dieser "Spiritus" sei das für Sensibilität und Motorik notwendige Medium.

GALENS Theorie fußte auf vier Grundlagen.

Die bei Unterbindungs-, Quetschungs- und Durchtrennungsversuchen am peripheren Nerven gewonnenen Erfahrungen waren mit seiner Theorie gut vereinbar; denn durch eine Röhre oder einen Schlauch strömt nichts mehr, wenn diese abgeschnürt, zusammengequetscht oder durchgetrennt werden.

Die Alkoholdestillation als Modellvorstellung zeigt sich besonders deutlich, wenn man den folgenden Teil seiner Theorie betrachtet:

Der überflüssige Gehirnschlamm, der sich bei der Destillation der "Spiritus" absetze, gelange durch das Infundibulum (eine membranöse Röhre) in das "Schlammdrüslein, welches seinen Sitz auf dem Stuhle des Keilbeins hat", und von dort in den Rachen, um ausgeschieden zu werden.

Weiter spiele die Drei-Seelen-Lehre PLATOS herein. Danach besitze der Mensch drei Seelen oder Spiritus:

- a) den "Spiritus naturalis", welcher seinen Sitz in der Leber hat. Er ist für das Wachstum, die Erhaltung und Erneuerung des Körpers nötig;
- b) den "Spiritus vitalis" mit dem Sitz im Herzen. Er beherrscht die unwillkürlichen Bewegungen und löst die Leidenschaften aus;
- c) den "Spiritus animalis", welcher vom Gehirn aus die willkürlichen Bewegungen und die geistigen Kräfte lenkt.

Schließlich war die Lehre von HIPPOKRATES über die Hohlorgane bestimmend. Dieser hatte seine These von Chrisippos von KNIDOS, dem Lehrer des ERISTRATOS, übernommen:

"Alle Körperteile nämlich, welche ringsum sogenanntes Muskelfleisch haben, besitzen einen Hohlraum... Dieser ist im gesunden Zustand mit πνεύμα (Pneuma) gefüllt, in leidendem Zustand aber mit χυμός (~~über~~ Saft)".

Die GALENSche Theorie wurde von den Arabern und den ersten italienischen Anatomen als Dogma übernommen. VIEUSSSENS und WILLIS gaben dem "Spiritus animalis" lediglich eine andere Quelle; im wesentlichen blieb jedoch die Vorstellung bei VESLINGIUS, MALPIGHI, BORELLI, MORGAGNI, BOERHAAVE und HALLER bestehen und fand auch in der Phlogiston-Lehre STAHLs ihren Widerhall. Thomas WILLIS sieht jedenfalls noch im Jahre 1664 die Nerven im Sinne GALENS als Röhren, durch welche "unvoluntary spiritus" wehen.

Erwähnt sei, daß schon kurz nach HIPPOKRATES eine andere Lehre von der Wirkungsweise der Nervenkraft aufkam. Diese sah die Nerven als gespannte Saiten, welche durch Oszillation wirken. Aber erst FERNELIUS, HELMONT und ARGENTERIUS brachten diese Spekulationen zu einigem Ansehen.

Eine andere Hypothese stammt von ARNEMANN: "Ausdehnung und Verkürzung der Nerven, die großen Triebfedern, wodurch die Funktion unserer Maschine tätig gehalten wird."

REIL behauptet, schon KEPLER (1571 - 1630) und später PLATNER hätten die Hypothese vertreten, daß die Nerven mit elektrischer Materie wie eine seidene Schnur oder eine Glasröhre gefüllt seien.

Der englische Physiologe WHYTT (1714 - 1766) stellte zum ersten Male seit GALEN diese These vom Nervensystem als Röhrensystem in Frage. Er spricht von Nervenfäden, die aus der "markigen Substanz" des Gehirns und Rückenmarks entspringen.

Im Zusammenhang mit dieser Anschauung und den Anfangserkenntnissen der Elektrizität wird die Vermutung ausgesprochen, ob die Nerven mit elektrischen Leitungen verglichen werden könnten.⁺) Es wäre möglich, daß die Spiritus sich in den Nerven fortbewegten, "wie Elektrizität in einem seidenen Faden". Der wissenschaftliche Beweis wird allerdings noch nicht angetreten.

Die Sympathie, ein alter Gesichtspunkt, taucht seit Claudius GALENUS (100 n.Chr.) immer wieder auf. Das aus dem Griechischen kommende Wort bedeutet Verbindung. Robert WHYTTs umfangreiche Untersuchungen über die "Sympathie" sind als Anfänge neurophysiologischen Denkens zu werten.

⁺) 1727 leitete Stephan GRAY Elektrizität durch einen Glasstab, eine an Seidenfäden aufgehängte Hanfschnur, durch Eisen- und Kupferdraht.
1730 gelang es Charles François de CISTERNAY-DUFAY Elektrizität durch einen nassen Bindfaden 400 m weit zu leiten.
1752 machte Benjamin FRANKLIN seinen Drachenversuch, indem er "Himmelselektrizität" durch eine regennasse Drachenschnur leitete.

Für die Nervengebundenheit der Sympathie führt WHYTT folgenden Versuch an:

Nach Einspritzen von Mohnsaft in den Dickdarm eines Hundes waren nach kurzer Zeit die Hinterbeine gelähmt. Als der gleiche Mohnsaft durch die Bauchdecke in das Abdomen gespritzt wurde, trat nach wenigen Minuten der Tod ein. Diesen Versuch bezeichnete WHYTT als den schlagendsten Beweis dafür, daß die Wege der Sympathie die Nervenbahnen sein müssen. WHYTT wendet sich vor allem gegen die Annahme, daß Teile des Gifts auf dem Blutwege in das Gehirn gelangen könnten und somit diese Störungen hervorrufen würden. Diese Hypothese werde widerlegt durch den gleichen Mohnsaftversuch an herzresezierten Fröschen. Außerdem komme die Sympathie so unmittelbar zustande, daß die Beförderung des Gifts auf dem Blutwege viel zu langsam wäre.

An Hand von einigen Beispielen (V., x 10) möchte WHYTT zeigen, daß die Sympathie zwischen jedem "nicht mehr teilbaren" Nerven und dem übrigen Nervensystem nur über Gehirn und Rückenmark stattfindet und nicht mit Hilfe von Anastomosen wie der Intercostalnerv.

In der Bemühung WHYTTs, einer Reihe von "sympathischen" Vorgängen ("motus") eine "weise Absicht" zugrunde zu legen, erkennen wir Reste des wissenschaftlichen Denkens im Mittelalter, welches seine Erkenntnisse in die Schöpfungsgeschichte einzuordnen suchte. Am Pupillenreflex und anderen reflektorischen Abläufen demonstriert er dieses teleologische Denken (V., x 11).

WHYTT sieht eine Sympathie auf Grund der Nachbarschaft der Körperteile. Eine derartige Sympathie vermutet er zwischen "dem Hals der Blase" und "dem äußeren Ende des Mastdarmes". Sie bewirkt, daß der Stuhl- und Harnzwang einander wechselseitig anregen (V., x 12).

WHYTT glaubt noch eine Sympathie auf Grund größerer Empfindlichkeit bestimmter Organe zu erkennen. Als Beispiel führt er den Fall einer neunjährigen Patientin an, die beim Dehnen des Beines auf eine Weise, daß Fußrücken und Schienbein eine gerade Linie bildeten, regelmäßig von einem

konvulsivischen Husten geschüttelt wurde, der so lange dauerte, als der Fuß sich in dieser Strecklage befand. Die gleiche Art von Sympathie legte er zugrunde bei einer Patientin mit einem "schwächlichen Magen", die bei jedem Wasserlassen den Drang hatte, sich übergeben zu müssen. Aus der damaligen Klinik überlieferte er uns, daß man kleine Blutungen durch Benetzen einer beliebigen Körperstelle mit kaltem Wasser stillen kann. Dabei ziehen sich nicht nur die Gefäße der gekühlten Körperstelle zusammen, sondern die der ganzen Körperoberfläche. Wie vielseitig er den Begriff der Sympathie gesehen hat, zeigen auch seine übrigen Beispiele (V., x 13).

Die unwillkürlichen Bewegungen des Herzens, des Darmes, der Harnblase und der kleinen Gefäße.

Um die wissenschaftliche Situation zu erkennen, aus der heraus WHYTT die unwillkürlichen Bewegungen des Herzens deutete, ist es nötig, die Meinungen von GALEN, DESCARTES, HARVEY und BOERHAAVE kurz zu nennen.

Nach GALEN wird die Bewegung des Herzens von einem Lebensprinzip, welches ihm innewohnt, verursacht. Diese Bewegung ist ebenso natürlich wie die Ruhe der anderen Muskeln.

Nach DESCARTES wird die Flüssigkeit des Blutes nicht durch die muskulöse Zusammenziehung des Herzens in die Schlagadern getrieben, sondern bahnt sich in diese einen Weg durch seine eigene explosive Kraft.

Nach HARVEY muß man, nachdem der Umlauf des Blutes festgestellt ist, einsehen, daß das Herz ein Muskel und seine Zusammenziehung (Systole) der Zusammenziehung anderer Muskeln ähnlich ist. Die Lebensgeister der Nerven fließen in die Muskelfasern abwechselnd hinein entweder wegen der Klappen, die ihnen den Durchgang abwechselnd erlauben und versagen, oder weil die Geister nur tropfenweise und nicht in einem gleichmäßigen Strom aus den Enden solch feiner Röhren, wie sie die Nerven darstellen, entleert werden können.

Nach BOERHAAVE zieht der größte Teil der Nerven des Herzens zwischen den Herzohren und den großen Arterien des Herzens hindurch. Am Ende einer jeden Systole sind die Herzohren so sehr ausgedehnt, daß die Herznerven zusammengedrückt werden, die Geister gehemmt werden und das Herz gelähmt ist. Wenn sich die Herzohren und Arterien daraufhin wieder zusammenziehen, lassen die Nerven ihre Flüssigkeit wie vorher durch und das Herz muß sich wieder zusammenziehen. Wir erkennen hier die mechanistische Auffassung BOERHAAVES, welche der geistige Gegenpol zur vitalistischen Einstellung von Georg Ernst STAHL war.

Nach WHYTTE kommt die Herzbewegung allein durch den dreifachen Reiz des Blutes zustande:

1. strömungsmechanischer Reiz,
2. chemischer Reiz der enthaltenen Substanzen,
3. Temperaturreiz des Blutes.

Das Steigern und Senken der Herzfrequenz führt er ausschließlich auf den stärkeren bzw. schwächeren Stimulus des zirkulierenden Blutes zurück. Eine Inhibitorenwirkung des Vagus oder eine Stimulierung durch den Sympathicus nimmt er nicht an.

Im folgenden seien einige von seinen zahlreichen Beobachtungen, auf denen seine Theorie gründet, dargelegt. Einen Hinweis auf den chemischen Reiz des Blutes glaubt er in der pulsfrequenzsteigernden Wirkung von scharf gewürzten Speisen und der diesbezüglichen Wirkungslosigkeit von Brei, Früchten und anderen "milden Nahrungsmitteln" zu sehen. Den Winterschlaf der Fledermaus, des Igels und der meisten Insekten in den nördlichen Ländern sieht er in Verbindung mit der dort niedrigen Außentemperatur, und zwar derart, daß das Blut abgekühlt wird und so einen schwächeren kalorischen Reiz auf das Herz hat.

HARVEY veranlaßte durch Aufbringen von warmem Speichel auf das Herz frisch getöteter Tiere dieses erneut zum Schlagen. Die Geschwindigkeit und Stärke der Herzbewegung wird durch körperliche Arbeit und Lachen erhöht.

Das geschieht nach seiner Meinung durch das mit größerer Wucht in die Herzkammern zurückströmenden Blutes (strömungsmechanischer Reiz). Bei sterbenden Tieren stellen diejenigen Hohlräume des Herzens zuerst ihre Bewegungen ein, welche nicht mehr mit dem zurückfließenden Blut in Berührung kommen. Nachdem die rechte Kammer und das rechte Herzohr schon keine Bewegungen mehr zeigen, klopft der Sinus venosus noch für kurze Zeit weiter; nachdem dieser ruhig geworden ist, zeigen die Stämme der Vena cava superior et inferior noch eine Weile Konstriktion und Dilatation. Die Überwindung einer Ohnmacht führt WHYTT einmal auf den dehnenden Reiz der Lymphe zurück, welche mittels der "wurmförmigen Bewegungen der Därme zur Schließelbeinblutader und der Hohlader" bewegt wird; zum anderen auf den Reiz des Blutes, welches durch die Vasokonstriktion der Arterien, die schwingende Bewegung der kleinen Gefäße und die Zuschnürung der "Hautgefäße" auf Grund der Kälte, in die Äste der beider Venae cavae gebracht und nach dem rechten Herzohr bewegt wird. Die Stimulustheorie erklärt auch die Wiedererweckung Scheintoter: Indem man Luft in die Lungen des Toten blies, "teilte man dem stockenden Blute der unteren Hohlader und der Lungenblutader wieder eine neue Bewegung mit". Daraufhin wurde der Reiz des zirkulierenden Blutes auf das Herz wieder wirksam. Mit einem Versuch von PEYER zeigt WHYTT, daß das Herz toter Tiere mit Hilfe von Luft, welche durch den Ductus thoracicus oder die Venae cavae geblasen wird, gedehnt werden kann und so auf gleiche Weise wie das Blut den Herzmuskel reizt.

Die unwillkürlichen Bewegungen des Magen-Darmkanals und der Harnblase sind nach seiner Meinung der Bewegung des Herzens ähnlich. Vor allem sind sie ausschließlich auf die gleiche Ursache, nämlich einen physikalischen und chemischen Reiz, zurückzuführen. Der Reizstoff ist in diesem Falle nicht das Blut, sondern der mit Luft vermischte Speisebrei bzw. in der Harnblase der Urin.

Er verneint die Hypothese, daß die Vasokonstriktion und Dilatation durch "Bewegung, Zuckung oder krampfartige Zusammenziehung der Nerven, welche die Gefäße wie ein Netz aus feinen Stricken umgeben", bewirkt wird. Nach seiner Meinung entsteht in den kleinen Gefäßen, in denen sich die Systole nicht mehr unmittelbar auswirkt, durch den Reiz des zirkulierenden Blutes eine schwingende (oscillating) Bewegung, die eine ähnliche Peristaltik wie im Oesophagus hervorruft. Eine derartige Peristaltik nimmt er auch in den Venen an:

Bei sterbenden Tieren, deren Brusthöhle geöffnet ist, kann man deutlich sehen, wie die Venae cavae sich abwechselnd zusammenziehen und erweitern; und zwar so lange, als der Reiz des zum Herzen zurückfließenden Blutes noch vorhanden ist.

Systematische Versuche.

Albrecht von HALLER ist 1708 in Bern geboren. Im gleichen Jahr veröffentlichte Georg Ernst STAHL seine "Theoria medica vera" und leitete damit die Abkehr der Biologie vom einseitigen Mechanismus und Chemismus ein. STAHL, der Hauptvertreter des "Vitalismus", legte dem menschlichen Organismus ein beständig und sinnvoll wirkendes Prinzip zur Sicherung der Synergie der Teile, zur Erhaltung und Wiederherstellung des ganzen zugrunde. Das vitale Agens, welches die "Oeconomia vitalis" gewährleistet, nennt er "Anima". In diesem vielschichtigen Begriff bringt STAHL Funktionen unter, die teils im Psychologischen, teils im Physiologischen ablaufen, bald der Anima rationalis, der sinnvoll das Ganze verwaltenden Seele, bald der hippokratischen Physis, der Naturheilkraft, zugewiesen werden.

Das Pendel schlug nun übermäßig nach der Seite des Vitalismus aus und experimentelle Begründungen fehlten völlig. HALLER war dann der erste, welcher eine Gruppe von Lebensvorgängen herausgriffen und in experimenteller Methodik klargelegt hat.

Er verwendete die Begriffe "Sensibilität" und "Irritabilität". Alle Gewebe, bei denen ein chemisch oder physikalisch gesetzter Reiz dem Versuchstier oder dem Menschen bewußt wurde, besaßen die Fähigkeit der "Sensibilität". Dieser Begriff, der zum ersten Mal von Franz GLISSON, "dem Erfinder der Lebenskraft", gebraucht wurde für eine Kraft, die aus der natürlichen Perzeption entspringe, ohne Empfindung sei und zu den Funktionen des Archäus gehöre, wurde von HALLER zur Kennzeichnung des Reizverhaltens der Gewebe benutzt.

"Denjenigen Teil des menschlichen Körpers, welcher durch ein Berühren von außen kürzer wird, nenne ich reizbar; sehr reizbar ist er, wenn er erst durch eine starke Ursache, sich zu verkürzen, veranlaßt wird."
Heute würden wir Irritabilität mit Kontraktilität übersetzen.

"Das Reizbare, welches von dem Empfindlichen so sehr unterschieden ist, daß es höchst empfindliche Teile gibt, die ohne alle Reizbarkeit sind; und hingegen gibt es wiederum Reizbare, die keine Empfindung haben."

Zur Verdeutlichung und Abgrenzung der beiden Begriffe seien HALLERS Versuchsanordnungen und -ergebnisse dargestellt. Als Maßstab für die Empfindlichkeit eines Gewebes nimmt er die Haut, welche er im Parallelversuch chemisch (Vitriolöl, Spießglasbutter, Salpetersäure) oder physikalisch (Nadel, Messer, Zange) mitreizt. Bleibt das Versuchstier ruhig, während der gleiche Reiz auf der Haut ein Zeichen des Schmerzes hervorruft, so ist das untersuchte Gewebe wenig oder nicht empfindlich. Auf diese Weise reizt er alle Gewebe des Körpers und kommt zu dem Ergebnis, daß die Nerven die Quelle aller Empfindlichkeit sind und daß ein Organ um so empfindlicher ist, je mehr Nerven es hat. HALLER entdeckt u.a., daß Peritoneum, Pleura und Pericard insensibel sind.

Obwohl das Nervensystem das empfindlichste Gewebe des Körpers ist, entbehrt es nach seiner Definition aller Reizbarkeit, d.h. ein Nerv verkürzt sich nicht, wenn er gereizt wird. Das reizphysiologische Gegenstück des Nerven ist das Herz. Es hat die größte Irritabilität (Kontraktibilität), jedoch nur eine mittlere Sensibilität.

Alle Teile des Körpers, in denen Muskelfasern enthalten sind, wie z.B. Magen-Darmkanal, Diaphragma und Herz, sind reizbar. HALLER kam zu dem Ergebnis, daß nichts außer den Muskelfasern im Körper reizbar ist. Er stellte außerdem fest, daß beim toten Tier das Zwerchfell nach der Ruhe der übrigen Muskeln noch reizbar ist; noch länger bleibt der Darmtrakt und am längsten das Herz reizbar. Seine Folgerung aus diesen Tatsachen:

Die "Werkzeuge des Lebens" unterscheiden sich von denen, welche vom Willen abhängen, durch ihre größere Reizbarkeit. Als den Sitz der Irritabilität nimmt HALLER die in den Muskelfasern enthaltene "Gallerte" an. Die jungen Tiere seien deshalb vermehrt reizbar, weil sie aus mehr Gallerte bestehen würden. Auch ihre höhere Pulsfrequenz gegenüber alten Tieren wäre dadurch erklärt. Für diese Gallert-Theorie spricht auch, daß alle "dichten Teile" des menschlichen Körpers, wie Knochen, Zähne und Knorpel, die also keine Gallerte mehr haben, der Reizbarkeit beraubt sind. In diese Vorstellung paßt auch die Entdeckung, daß eine reizbare Muskelfaser nach der Austrocknung, wenn "der Leim verfliegt", ihre Reizbarkeit verliert. Auf Grund eines Versuches, bei dem er festgestellt hat, daß Darm-, Muskel- und Herzteile, welche reseziert worden sind, trotzdem noch Irritabilität besitzen, kommt er zu dem Schluß, daß Irritabilität eine von der Seele unabhängige Eigenschaft ist. (V., x 14)

Unter den ersten, welche systematische neurophysiologische Versuche gemacht haben, ist auch Claude BERNARD zu nennen. Er entdeckte im Jahre 1851 die vasomotorische Funktion des Sympathicus.

2. G a n g l i e n .

Nach GALEN haben alle Ganglien die Aufgabe, den Grenzstrang in seinem Verlauf zu fixieren.

Nach WILLIS sind die Ganglien Magazine für die Spiritus.

Der Däne WINSLOW (1669 - 1760), welcher später als Anatom in Paris tätig war, nannte unsere heutigen Grenzstrangganglien "Tumores ganglioformes" (überbeinartige Auftreibungen). Er sprach die Vermutung aus, daß es sich um verstreute Ursprünge oder Keime der "großen sympathischen Nerven" handeln könnte, und daß sie als kleine Gehirne zu betrachten seien. In ihrer Eigenschaft als kleine Gehirne hatten sie eine ähnliche Funktion wie das Cerebrum, nämlich die Funktion eines "Organum secretorium", einer Drüse. "Die erstaunenswürdige Anzahl von kleinen Absonderungsknäueln durchseien und sondern von der Masse des Geblütes unaufhörlich einen gewissen Saft (humor) ab."

WINSLOW sah also die Grenzstrangganglien als Drüsen, welche nach dem Prinzip eines Siebes arbeiteten. Die mechanische Vorstellung, welche sich MALPIGHI von der Niere gebildet hatte, wurde auf das Gehirn angewandt.

LANCISI (1654 - 1720) entwickelte eine andere mechanistische Theorie. Unter dem Einfluß der damals gängigen Meinung, daß die Dura mater mit ihrer Muskelkraft auf das Gehirn wirke und so den Spiritus animalis in Bewegung versetzte, hielt er auch die Grenzstrangganglien für kleine Gehirne, welche durch Muskelkraft den Spiritus in die willkürlichen Muskeln pumpten (V., x 15). Die muskuläre Struktur der Ganglien glaubt LANCISI am Beispiel des G. cervicale superior demonstrieren zu können. HALLER u.a. entdeckten dort jedoch keine Muskelfasern.

MORGAGNI (1662 - 1771), der Begründer der Pathologie als selbständige Disziplin, sah die Substanz der Ganglien als eine Modifikation der nervösen Marksubstanz. Diese ganglionäre Substanz produzierte selbst "Spiritus animalis" oder veränderte nach Art einer Weiche die Richtung der sie passierenden Spiritus.

Johann Friedrich MECKEL der Ältere (1714 - 1774) war zu Zeiten MORGAGNI's Professor der Anatomie und Geburtshilfe in Berlin. MECKEL bezeichnet die Ganglien deshalb nicht als kleine Gehirne, weil ihnen eine wichtige Eigenschaft des Gehirns fehle: Sie seien nicht der Ursprung von Nerven. Auf Grund seiner topographisch-anatomischen Untersuchungen sieht er die Ganglien ausschließlich als Sammel- und Verteidigungspunkte im Nervensystem, welche außerdem die Aufgabe haben, die Nerven vor mechanischen Schäden zu schützen. Im einzelnen argumentiert er:

Jeder vom Gehirn kommende Nerv besteht aus zahlreichen Nervenröhren. Im Ganglion wird dieser Nerv seiner ersten Schutzhaut, der "dure mère" beraubt und bekommt eine zweite. Versehen mit der nun rötlich aussehenden Umhüllung treten kleinere Bündel von Nervenröhren aus dem Ganglion aus.

Die postganglionären Nerven der Spinalganglien haben jedoch eine andersartige Haut. Sie ist nicht rötlich und wesentlich robuster. Ihre Aufgabe ist nach MECKEL, den peripheren Nerven vor mechanischer Beanspruchung zu schützen, vor allem von seiten der Muskulatur mit ihren Volumenschwankungen.

Für den Genfer de la ROCHE (1778) sind die "Nervenknoten" oder Ganglien keine Organe, an denen viel zu entdecken wäre. Nach seiner Meinung dienen sie lediglich dazu, die Nerven, welche sich in einem Ganglion treffen, miteinander in Verbindung zu bringen. "Dadurch beabsichtigt die Natur einen genaueren Zusammenhang der Nerven mit dem Gehirn und bewirkte, daß diese notwendige Verbindung nicht so leicht gänzlich aufgehoben werden kann."

Daher seien auch die meisten Ganglien in denjenigen Nerven, welche zu den lebensnotwendigen Eingeweiden wie Herz, Lunge und Darm hinziehen. Anders ausgedrückt, sollen die Ganglien lediglich eine mehrfache Verbindung der einzelnen Nerven zum Gehirn sicherstellen.

In den "Philosophical Transactions" aus dem Jahre 1764 finden wir einen Aufsatz von Phil. JOHNSTONE. Er hält die Ganglien für Steuerungszentren der unwillkürlichen Bewegungen. Außerdem sollen sie den Einfluß des Willens auf bestimmte Körperbereiche verhindern (V., x 16). Diese Zuordnung aller Ganglien zum Bereich der unwillkürlichen Bewegungen glaubt er deswegen vornehmen zu können, weil alle Nerven "which have a ready communication with the soul", keine Ganglien haben, während die Nerven, welche an den unwillkürlichen Bewegungen beteiligt sind, wie der Sympathicus, mit zahlreichen Ganglien versehen sind.

Der linke N. vagus, welcher zum Magen zieht und wahrscheinlich für die große Empfindlichkeit dieses Organs und für das Hungergefühl zuständig sei, müsse zu den sensiblen Nerven gerechnet werden. Mit HALLER und anderen Physiologen und Anatomen sieht er nämlich diese Nerven ohne Ganglien, obwohl WINSLOW und VIEUSSENS eines beschreiben. Er führt als weiteren Beweis an, daß das Zwerchfell auch vom Willen beeinflusbar ist, und zwar über den N. phrenicus, welcher keine Ganglien hat.

Aus diesem Blickwinkel heraus schuf JOHNSTONE den Begriff des "ganglionären Nervensystems". Der Rahmen des Systems wurde durch die Spinalganglien nicht gesprengt, da er sie dem Grenzstrang zuordnete (V., x 17).

Die Frage, ob das Mark der in den Ganglien zusammenlaufenden Nerven sich innig miteinander vermischt oder ob die Nerven sich nur kreuzen, wird von LANCISI und HALLER nach der ersten Möglichkeit beantwortet. JOHNSTONE weist nur darauf hin, daß im Chiasma opticum sich wahrscheinlich weder die Nerven kreuzen, noch deren Mark gemischt wird.

Bei einäugig blinden Menschen war häufig der gleichseitige Nervus opticus zerstört.

Die Bedeutung der "plexiform unions of the nerves distributed to the superior extremities" grenzt er von derjenigen der Ganglien ab, indem er sagt, diese Plexus könnten keine ähnliche Funktion wie die Ganglien haben, weil ihre Nerven motorisch und sensibel sind.

Xavier BICHAT (1802) ging auf die Meinung SCARPAs ein, welcher die Ganglien nicht als Zentren eines gesonderten Nervensystems sieht, sondern lediglich als Körper, in denen sich die eintretenden Nerven in eine unendliche Menge von sehr dünnen Fäden aufteilen, sich untereinander verschlingen, um sich dann wieder zu einem austretenden Nerven zu vereinigen.

SCARPA behauptet, diese Fäden an einem mazerierten Ganglion gesehen zu haben. BICHAT hat zwar diesen, wie er sagt, sehr komplizierten Versuch nicht nachgeprüft, führt jedoch andere Beobachtungen an, welche SCARPAs Meinung in Frage stellen:

1. Farbunterschied zwischen Ganglien und Nerven:
Die Ganglien sind rötlich bis gräulich, die Nerven sind von weißlicher Farbe.
2. Konsistenzunterschied: Die Ganglien haben eine andere Konsistenz als die von ihnen ausgehenden Nerven.
3. Funktioneller Unterschied: Wenn die Ganglien lediglich eine Auffaserung der Nerven sind, bestünde ja nur ein Formunterschied und die Eigenschaften der Ganglien und der "postganglionären Fasern" müßten die gleichen sein wie die der "praeganglionären". Ein ins Auge springender funktioneller Unterschied besteht schon darin, daß der postganglionäre Nerv keine willkürlichen Bewegungen vermittelt.

4. Lokalisation: "Warum hat die Natur die Ganglien nicht auch in den Nerven der Gliedmaßen, wie in denjenigen anderer Teile angebracht?"
5. Vergleich der Nervenquerschnitte: Wenn die "Knoten" eine Aufspaltung der Nerven in Fäden wären, müßte die Dicke des eintretenden Nerven zumindest ungefähr dem Querschnitt des austretenden Nerven entsprechen.
6. Größenverhältnis Ganglion-Nerv: Wenn die Anschauung SCARPAs richtig sein soll, wäre es nötig, daß zwischen dem prae- und postganglionären Nervus einerseits und dem Ganglion andererseits ein entsprechendes Größenverhältnis bestünde. Die ist z.B. nicht gegeben bei den kleinen Zwischenrippenganglien und ihren dicken Nerven. Das verhältnismäßig voluminöse G. cervicale superior ist mit sehr dünnen Nerven verbunden.
7. Fehlen interganglionärer Anastomosen: Oft sind bei Mensch und Tier keine interganglionären Anastomosen vorhanden.
8. Verhältnis der Entwicklung von Nerven und Ganglien: Warum entwickeln sich die Ganglien nicht im gleichen Verhältnis wie die Hirnnerven, da nach SCARPA die Ganglien doch erst durch die Ausbreitung der Hirnnerven entstehen?
9. Schmerzunterschiede: BICHAT meint, daß der Schmerz, welcher mit Beteiligung des organischen Nervensystems übermittelt wird, ein anderer sei als der durch das animalische System übertragene:
"Hysterie, Hypochondrie, Melancholie, das schmerzhafteste Gefühl in den Lenden bei Affektionen der Gebärmutter, die Schmerzen der Gedärme, das Brennen in der Magengegend" sind für ihn Neuralgien der Nerven des organischen Lebens. Diese Schmerzen,

"welche tief sind, und das Herz treffen, wie man sagt", unterscheiden sich eindeutig von denen, bei "Convulsionen der Skelettmuskulatur".

10. Vergleich von Phylogenese und Ontogenese:

In der folgenden Beweisführung ist der Einfluß Caspar Friedrich WOLFFs (1733 - 1794) bemerkbar, welcher auf Grund von Beobachtungen der Ontogenese verschiedener Tierarten die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf die Phylogenese lenkte.

Das Hauptargument BICHATs, daß die Grenzstrangganglien ein gesondertes Nervensystem sind und nicht nur durch die Auffaserung und anschließende Wiedervereinigung von Hirnnerven entstehen, ist nämlich der Hinweis, daß in früheren Stadien der Phylogenese das System der Ganglien schon vorhanden ist, während Gehirn- und Hirnnerven noch unvollständig oder gar nicht entwickelt sind. Das organische Nervensystem ist bei Insekten und Würmern in der Form des Strickleiternervensystems voll ausgebildet, obwohl von einem Gehirn noch nicht die Rede sein kann.

Trotz dieser fundierten Argumentationen BICHATs ist noch einmal darauf hinzuweisen, daß er nicht zu SCARPAs Argument des mazerierten Ganglions Stellung nimmt und folglich diese Tatsache auch nicht widerlegt.

Für die Spinalganglien gibt BICHAT zu, sie nicht klassifizieren zu können, und er versucht nicht, sie auf spekulativem Wege in seine Vorstellung vom Nervensystem hineinzuzwängen. Ihm fällt die große makroskopische Ähnlichkeit mit den Ganglien des organischen Nervensystems auf. Er stellt physiologische Unterschiede, wie die viel größere Sensibilität der Spinalganglien fest.

Wie BICHAT sieht Franz Josef GALL (1810) die Ganglien als Zentren einzelner ganglionärer Nervensysteme. Neu ist jedoch, daß die Ganglien auf Grund ihrer Gewebsstruktur in das Gesamtnervensystem eingeordnet werden.

GALL unterscheidet zwei Grundsubstanzen des Nervensystems:

1. Nerven- oder Markfasern,
2. eine fleischige oder gelatineartige Substanz, mehr oder weniger gräulich, rötlich, gelblich, schwärzlich oder bleich.

Die gelatineartige Substanz, aus welcher die Nerven entspringen, findet sich in der Hirnrinde, im Infundibulum, in den Hirnschenkeln, im Thalamus, im Corpus striatum, in den Vierhügeln, auf dem Boden des vierten Ventrikels, in der Medulla oblongata, im Rückenmark, in den Ganglien und an allen Nervenursprüngen (V., x 18).

Hinsichtlich der *Rami communicantes* ist WILLIS (1664) noch ganz von der GALENSchen Überlieferung beeinflusst und faßt die *Rami communicantes* als Überlaufröhren für die *Spiritus* auf.

REIL (1796) bezeichnet in Anlehnung an die Elektrizitätslehre die *Rami communicantes* als halbleitende Verbindungsnerven zwischen Gangliensystem und Cerebralsystem, d.h. diese Nerven sind zu verschiedenen Zeiten Konduktor oder Isolator.

BICHAT (1802) sieht die *Rami communicantes* wegen ihrer makroskopisch-anatomischen Struktur als Verbindungsnerven zwischen den Nervensystemen des animalischen und vegetativen Lebens.

IV. ORDNUNGSPRINZIPIEN DER UNTERTEILUNG DES NERVENSYSTEMS.

GALEN (130 - 199 n.Chr.) unterteilt das Nervensystem nach Konsistenzunterschieden der Nerven. Danach entspringen aus dem Gehirn, das er dem weichen Teil des Nervensystems zuordnet, alle weichen Nerven. Diese sind für die Empfindung zuständig. Aus dem Kleinhirn und Rückenmark kommen die derben Nerven. Sie dienen zur Bewegung. Am Übergang von Gehirn zum Rückenmark treten Nerven aus, welche weder harte noch weiche Konsistenz haben.

GALEN erwähnte noch nichts, was man als Vorahnung des vegetativen Nervensystems bezeichnen könnte. Was später von WILLIS, WHYTT und WINSLOW als Sympathie (griech. Verbindung) genannt wurde, lokalisierte er außerhalb der Nerven. Als Beispiel für die "sympathische" Einwirkung eines Körperteils auf einen anderen sagte er folgendes:

Bei Schmerzen im Magen oder in der Gebärmutter steigen von diesen Organen Dünste auf und verursachen Kopfschmerzen.

Die ersten Ärzte, welche das vegetative Nervensystem mit seinen Funktionen in die Gesamtsystematik des tierischen und menschlichen Organismus einbauten, waren der Pariser Anatom BICHAT und der Berliner Physiologe REIL.

Marie Francois Xavier BICHAT (1771 - 1802) war der Anhänger eines experimentellen Vitalismus. Aber dies ist nicht der einzige Pfeiler auf dem das Gebäude seines Werkes steht.

Wie ARENE gezeigt hat, war er methodisch von CONDILLAC, NEWTON und DESAULT beeinflusst. CONDILLAC bildete BICHAT durch seine dialektische Methode für die Analyse aus. Von NEWTON eignete er sich die vier Regeln aus den "Mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie" an. ("Es nützt nichts, von der Erfahrung

auszugehen, wenn man sich mit verworrenen Tatsachen begnügen muß.") Mit diesen Voraussetzungen versehen findet BICHAT an DESAULT und seiner konkreten und genauen Methode der Beobachtung den Stützpunkt für den Hebel, um die Medizin aus der Umklammerung philosophischer Systeme zu befreien.

Die Quellen seiner Ideen waren einmal BUFFON, welcher ihn in die Naturgeschichte einführte, zum anderen der Vitalismus aus Montpellier, vertreten durch BORDEU, GIRAUDET und BARTHEZ. Außerdem sind PINEL und CABANIS unter seinen Lehrmeistern zu finden.

Das bisher Gesagte war nötig, um die zeitgeschichtlichen Relationen zu sehen, in welchen sein Werk "Sur la vie et la mort" steht. Darin ist das vegetative Nervensystem oder "Le système nerveux de la vie organique", wie er es nennt, Bestandteil einer umfassenden vitalen Anschauung:

Das Leben, die Gesamtheit der Funktionen, welche dem Tode widerstehen, unterteilt er in ein organisches und animalisches. Das organische Leben der Pflanzen hat als Zentrum den Kreislauf der Säfte mit Assimilation und Dissimilation; das Leben der Säugetiere besteht einmal aus diesem organischen Teil, zudem aber noch aus einem animalischen, dessen Zentralen Gehirn und Rückenmark mit den Funktionen Sensibilität und Motorik sind. Die kennzeichnende Form des organischen Lebens ist die Asymmetrie; die des animalischen die Symmetrie. So zeigt sich, daß diejenigen Organe, welche zum organischen Leben gehören, wie Herz, Magen-Darmkanal, "le grand Sympathique" und seine Plexus (Solaris, Hypogastricus, Splenicus etc.), asymmetrisch sind. Der animalische Teil hingegen mit den Sinnesorganen und der äußeren Erscheinung des Tieres bzw. Menschen ist symmetrisch. BICHAT beobachtete, daß die Symmetrie des Animalischen mit der Harmonie, d.h. Kontinuität seiner Reaktionen (z.B. sinnesphysiologische Vorgänge) kombiniert ist. Zur Asymmetrie des Organischen gehört die Disharmonie, oder anders ausgedrückt, Mobilität der Funktionen.

Denn das "vie organique" ist vielfältig beeinflussbar; "Hunger und Sättigung, Schlaf, Bewegung, Ruhe und Leiden-schaften schwächen und stärken diese Funktionen in einem so verschiedenen Grade, daß sie wohl hundert Mal am Tage sich verändern."

Die Zweiteilung des Säugetierorganismus sieht BICHAT auch im Nervensystem. Der symmetrische animalische Teil hat als Zentren Gehirn und Rückenmark; die Mittelpunkte des asymmetrischen und unregelmäßigen organischen Nervensystems hingegen sind "les ganglions". Dies entspricht der Zweiteilung in ein Umwelt- und Innenweltnervensystem.

Als Argument wird unter anderem die topographische Zuordnung angeführt:

"Diese Nerven haben auch in der Tat ganz andere Eigenschaften wie letztere, sie dienen nicht zur Erzeugung von Sensationen, sie haben mit der wirklichen Ortsbewegung nichts zu tun, man sieht sie nur den Organen des inneren Lebens einverleibt. Darum finden sie sich in dem Rumpfe, in der Brust und insbesondere im Unterleibe zusammengedrängt, darum trifft man beinahe keine derselben am Kopfe an, wo fast alle Organe dem tierischen Leben angehören, darum sieht man keine derselben in den Gliedmaßen, welche ausschließlich von diesem Leben abhängen."

Die Symmetrie von Gehirn und Rückenmark auf der einen Seite und die Asymmetrie und Unregelmäßigkeit der Plexus und Grenzstrangganglien andererseits sei offensichtlich.

Ferner magiere das Material des Cerebro-spinal-Nervensystems auf Säuren, Laugen, Alkohol und Wärme anders als die Ganglien.

(BICHAT ging so weit, die aus Kälbern entnommenen Ganglien auf ihren Geschmack zu untersuchen.)

Die Beziehung zu den Blutgefäßen deutet BICHAT eigenwillig:

"Die konstante Vereinigung der Arterien mit den organischen Geflechten, eine Vereinigung, welche von derjenigen der Nervenknotten ganz verschiedene Dispositionen darbietet, äußert ohne Zweifel einen Einfluß auf die Aktion dieser Geflechte, oder vielmehr der Nerven, welche aus denselben ausgehen, durch die Bewegung (mouvement), welche ihnen das Blut mitteilt. Es ist in dieser Hinsicht merkwürdig, daß so wie die Natur eine Menge von Arterien auf der Basis des Gehirns angehäuft hat, um es in eine abwechselnde Bewegung (mouvement) zu versetzen, so hat sie auch das beträchtlichste Geflecht des ganzen organischen Systems an einem der Orte angebracht, welchem das rote Blut eine stärkere Impulsion mitteilt, nämlich an den Truncus coeliacus."

Auch der Schutz gegen mechanische Einwirkung wird diskutiert:

"Alle Nervenknotten haben im allgemeinen eine tiefe Lage. Eine derjenigen des Gehirns ähnlichen knöchernen Hülle beraubt, sind sie darum nicht weniger nachdrücklich gegen die Wirkung äußerer Körper geschützt."

Auch in der Ontogenese glaubt BICHAT die deutliche Zweiteilung des Nervensystems zu bemerken. Die Ganglien mit ihren Nerven bleiben in der Entwicklung nämlich zuerst weit hinter dem cerebro-spinalen Nervensystem zurück, haben ihre maximale Größe zwischen dem dreißigsten und vierzigsten Lebensjahr und nehmen dann wieder an Volumen ab. Die Tatsache, daß "Convulsionen" und andere Nervenkrankheiten des animalischen Lebens im Kindesalter vorkommen, während die "Neuralgien des organischen Nervensystems" fehlen, paßt zu der Beobachtung vom Wachstum der Ganglien. Die Nervenkrankheiten, die den Ganglien zugerechnet werden, scheinen auch im Alter wieder abzunehmen.

Der zu Rhaude in Ostfriesland geborene und später an den Universitäten Halle und Berlin tätige Physiologe Johann Christian REIL (1759 - 1813) war einer der Repräsentanten des Vitalismus in Deutschland.

Zu einem guten Teil auf der von BICHAT überlieferten Zweiteilung von Organismus und Nervensystem aufbauend, bringt er eine mit Modellvorstellungen aus der Elektrizitätslehre arbeitende Theorie des vegetativen Nervensystems.

In der damaligen Naturwissenschaft wurde das Problem der tierischen Elektrizität diskutiert. REILs Briefwechsel mit GALVANI zeigt, daß dieser Zeitgeist beim Entstehen der Halbleitertheorien mitgewirkt hat.

"Kommunikationsnerven als Leiter und Halbleiter":

"Jene Geflechte des vegetativen Nervensystems, die wir bis jetzt betrachtet haben, sind überall durch zahllose und netzförmige Verknüpfungen unter sich verbunden, haben nirgends einen dominierenden Herd, und machen nebst den eingesprengten Nervenknotten, gleichsam den Körper des vegetativen Nervensystems aus. Diese nervöse Individualität ist in ihrer Peripherie kreisförmig, gleichsam wie durch eine Verzäunung (der "Grenzstrang"!) eingeschlossen und vom Cerebralsystem geschieden, nämlich durch eine Reihe von Ganglien, die an beiden Seiten des Rückgrats liegen, durch Verbindungsäste aneinander gekettet, unten durch den Steißknoten und oben durch das Gehirn zu einem Kreis verbunden sind."

"Hier gibt es nun Verbindungsnerven, deren einige die Ganglien an der Grenze in eine Kette zusammenreihen, einige innerhalb, andere außerhalb dieses Kreises liegen, einige das Gangliensystem mit dieser Umzäunung verknüpfen, andere endlich Brücken zwischen dieser Verzäunung und den Cerebral-System bilden, die eine bedingte Gemeinschaft zwischen beiden Systemen unterhalten, je nachdem sie als Halbleiter, beide, leiten und isolieren können. Diese Nerven haben also eine ganz andere Bestimmung, als man ihnen

gewöhnlich beilegt. Sie sind nicht etwa die Geburtsstätte des Ganglien-Systems, denn jeder Nerve entsteht örtlich, wo er ist, aus dem Blute; auch nicht unbedingte Konduktoren, wie die Nerven des Cerebral-Systems, die in einer bestimmten Richtung leiten. Die Nerven des Cerebral-Systems, z.B. das fünfte und siebente Paar, zerästeln sich dendritisch, die Stämme in Äste, die Äste in Zweige, wie sich der Stamm eines Baumes verzweigt. Allein die Eingeweide - Herznerven usw. liegen, wie abgesonderte Balken oder Stäbe, durch welche man getrennte Konduktoren zusammenhängt, zwischen den Geflechten und Ganglien und weder ihre eine, noch ihre andere Extremität löst sich baumförmig, aus einem Punkt in Äste auf. Sie sind, wie die Nerven des Cerebral-Systems, weiß, ohne Geflechte in ihrem Lauf, und gewöhnlich auch ohne Äste, die sich in sie einsenken oder aus ihnen hervorgehen. Ihre Körper hängen an beiden Enden entweder unmittelbar wie in der Ganglienkette am Rückgrat herab, oder durch so viele Würzelchen mit den Geflechten und Ganglien zusammen als nötig sind, um eine Leitung zwischen beiden zu begründen. Sie liegen zwischen beiden wie das Pfortadersystem zwischen den Arterien des Unterleibs und der Hohlader und vereinigen als relative Konduktoren entlegene Teile. Was von diesen Verbindungsästen innerhalb der Umzäunung des Ganglien-Systems liegt, mag wohl im Normalzustande *K o n d u k t o r*, was außerhalb derselben liegt, und diese Grenze an das Cerebral-System anknüpft, *I s o l a t o r* seyn; dies aber (mag) im abnormen Zustande *K o n d u k t o r*, jenes *I s o l a t o r* werden können. Ich will nur einiges als Erläuterungen meiner Idee anführen.

Die hintern und oberen Nierenerven sind *K o n d u k t o r e n* zwischen den Nierengeflechten und den Brustknoten. Ihre untere Extremität ist den Nierengeflechten angehängt, der Stamm geht durchs Zwerchfell, und die obere Extremität wurzelt in dem zehnten oder in dem elften und zwölften Brustknoten.

Der kleine Eingeweide-Nerve (Splanchnicus minor) hängt unten theils mit dem Ganglion coeliacum magnum, theils mit dem Nierengeflechte zusammen, der Stamm geht durch eine Spalte des Zwerchfells, verbindet sich durch einen Zwischenast mit den großen Eingeweidenerven und senkt sich unter einem spitzen Winkel mit seiner oberen Extremität in das neunte und zehnte Paar oder in die tieferen Brustganglien ein. Zuweilen fließt er mit den großen Eingeweide-Nerven in einen Stamm zusammen. Es ist in diesem Fall nur ein Körper da, der mit mehreren Rädien gegen eine größere Zahl von Brustknoten hinaufstrahlt. Der Stamm des großen Eingeweide-Nerven hängt an seinem unteren Ende durch zwey bis fünf Fäden mit den Oberbauchknoten zusammen, geht durchs Zwerchfell in die Brust und verbindet sich da mit seinem oberen Ende unter einem spitzen Winkel durch mehrere Fäden mit dem sechsten, siebenten und achten Brustknoten... Endlich liegt zuweilen über diese noch ein dritter Eingeweide-Nerve, der unterwärts in das Magengeflecht oder den Oberbauchsknoten und oberwärts in den ersten Brust- oder in den letzten Halsknoten wurzelt.

Die Herznerven verhalten sich zu den Herzgeflechten, wie sich die Eingeweide-Nerven zu den Bauchgeflechten verhalten. Sie liegen als Konduktoren zwischen den Herzgeflechten und Halsknoten. Auf der rechten Seite gibt es deren drey, der kleine, der große und der oberste, auf der linken gewöhnlich nur zwey. Der unterste oder kleine Herznerv hängt mit seiner untern Extremität mit dem oberflächlichen Herzgeflecht zusammen, setzt sich über den Bogen der Aorta fort, und geht mit vielen Würzelchen in den untersten Halsknoten. Der große oder mittelste Herznerv macht die Verbindung zwischen dem tiefen Herzgeflecht und dem untersten oder mittelsten Halsknoten. Der oberste oder oberflächliche Herznerv wurzelt endlich mit seiner untern Extremität in das oberflächliche Herzgeflecht, sein Stand liegt zwischen beiden Herzhöhlen vor der Aorta, geht an der Carotis und den Intercostalnerven auf den langen Halsmuskel fort, und verbindet sich durch

mehrere Fäden mit den oberen Halsknoten. Der Stimmnerve ist gleichsam ein Zwitternerve, der zum Teil der Animalität, zum Teil der Plastik angehört, bei der Deglutition und Stimme als Gehirnnerve, tiefer herab, in den Lungen, Herzen und dem Magen, als vegetativer wirkt, hier keine, dort hingegen Konvulsionen erregt, wenn er mit der Elektrizität berührt wird. Er ist einer der merkwürdigsten Verbindungsnerven des vegetativen Nervensystems, wird daher auch der kleine sympathische Nerve genannt, indem einige Geflechte bloß mit ihm, andere gemeinschaftlich mit ihm und den „Konduktoren des Gangliensystems selbst Verbindung haben. Der Bau seines Stammes ist eigentümlich. Er hat keine Stränge, sondern bloße flachere und tiefere längliche Einschnitte, so daß er aus zusammengeflossenen Strängen oder aus lauter in einer Linie aneinander gehängten Ganglien zu bestehen scheint. Mit seiner oberen Extremität senkt er sich nach Art der Verbindungsnerven unter den „Lungen-Schlundnerven mit vielen Wurzeln in das Rückenmark ein. Zu den Geflechten, mit welchen er zusammenhängt, verhält er sich als Halbleiter, theils, weil sich die Geflechte schon als solche isolieren, theils, weil er an den Eigentümlichkeiten der Halbleiter participiert. Endlich sind noch die Ganglien, die zu beiden Seiten des Rückgrats liegen, durch Verbindungsnerven in eine Kette aneinander gereiht, die nur selten hie und da unterbrochen ist. Die Kette schließt sich unten durch den Steißknochen, oben durch das Gehirn zu einem Kreise, der gleichsam das vegetative System einzäunet und zwischen ihm und dem Cerebral-System die Grenze setzt. In diese elliptische Verzäunung dringt oberwärts das Cerebral-System ein, durch Anastomosen des Zungenschlund-Nerven, des Zungenfleisch-Nerven und des fünften und sechsten Gehirn-Nerven; unten hingegen gehen die Brücken zwischen dem Cerebral- und Ganglien-System bloß in diesen Kreis. Hier ist es daher vollkommen isoliert, dort mannigfach mit dem Cerebral-System zusammengehängt. Dieser Zusammenhang muß aber, wenn er seiner Natur gemäß bestimmt werden soll, nie von

einem gegenseitigen Entstehen, sondern von einer zwischen beiden Systemen begründeten Leitung verstanden werden..."

Es folgen fünf Erklärungen, wobei deutlich BICHATS Einfluß zu spüren ist:

- "1. Das Gangliensystem ist ein wesentlicher Bestandteil des Apparates der die Bildung und Reproduktion des Gebildeten bewerkstelligt, sich selbst und den ganzen körperlichen Organismus schafft. Daher ist auch der Körper und die Masse desselben da, wo die Hauptwerkstätte der Vegetation, in den Eingeweiden ist.
2. Es ist ein System für sich, daher es ohne Cerebralsystem sein kann, und auf den niedern Tierstufen wirklich ohne dasselbe ist. Hingegen ist jenes nicht ohne dieses, weil es gleichsam die Blüte und Frucht von diesem ist.
3. In den vollkommnern Tieren, wo beide Systeme zugleich sind, behauptet das Gangliensystem zwar seine Individualität und bleibt als ein gesondertes für sich selbst dem Raum nach geschieden. Doch liegt zwischen beiden ein Apparat der Halbleitung, der unter gewissen Umständen der Vermittler ihrer Trennung, unter anderem der Vermittler ihrer Gemeinschaft sein kann.
4. Das Gangliensystem und die Arterien, diese ersten Gegensätze im Organismus, die als Repräsentanten der Sensibilität und Irritabilität in den Arterienhäuten wieder in Eins zusammentreten und dadurch fähig werden, einen neuen Gegensatz in der animalen Sphäre zu bilden, sind die Vermittler der Vegetation. Das Gangliensystem gibt dem Apparat der Vegetation zum Teil

seine Vitalität und ist zugleich das Mittel, durch welches die zerstreuten und isolierten Organe desselben zu einer Totalität dynamisch zusammengefaßt werden.

5. Das Ganglien- und Cerebralsystem bestehen durch einerlei organische Kraft; dies ist bloß die höhere Potenz von jenem, durch den neuen Gegensatz, der in ihm ist, und durch den dominierenden Heerd, in dem er sich sammlet. Daher keimt hier das Bewußtsein auf, dort wirkt die Idee bewußtlos."

Es ist aus folgenden Gründen möglich, daß der Begriff des Halbleiters überhaupt von REIL stammt:

1. REILs Halbleitertheorie stammt aus dem Jahre 1807.
2. Erst im Jahre 1851 veröffentlichte HITTDORF eine Arbeit über Halbleiter.
3. Aus BEETZ u. MATHIESSENS "Annalen der Physik" geht hervor, daß erst 1869 der "Halbleiter" zusammen mit dem "Periodischen System der Elemente" auftaucht.
4. In den Enzyklopädien zu REILs Lebzeiten und auch Jahrzehnte nach seinem Tode (1813) finden wir das Wort "Halbleiter" noch nicht.

V. ANGEZOGENE LITERATURSTELLEN.

x 1:

"Oritur nervus sexti paris intra cranium a principio spinalis medullae, paulo infra par quintam, e plurium nervulorum veluti fibrorum concursu productus. Cranio egressus, connectitur nervo septime paris, quod linguae muscilisque ossis hyoidis dicatum est, et utroque in latere disemitur in ramum externum atque internum.

Externus lateris dextri ramus, postquam musculis cervici incumbentibus primo, deinde in progressi interioribus laryngis musculis, tum sphincteri gulae propagines exhibuit, inter jugularem venam, arteriamque carotidem, sub clavicula in thoracum delabitur, et promissis aliquot surculis denno unitis, nervum constituit recurrentem dictum, qui circa arteriam subclaviam, juxta latus dextrum arteriae asperae sursum recurrens, tum in ipsam trachaeam, tum in musculos laryngis spargitur. Hinc progressus, educ-tique ad pleuram, et pericardium ramulis, non tantum ad pulmonum externam tunicam; sed asperae quique arteriae bronchos in pulmones abeuntes multis surculis porrigitur. Tandem stomachici nomen adeptus in duos sejungitur ramos, et cum gula diaphragma penetrans, superius ventriculi orificium reticulato plurium nervulorum contextu implicat, et jecori pariter ramulum largitur."

Es entsteht der Nerv des sechsten Paares (N. vagus) innerhalb des Schädels aus dem Anfangsteil des Rückenmarks etwas unterhalb des fünften (= N. glossopharyngeus - Lo.) und wird durch den Zusammentritt mehrerer kleiner Nerven erzeugt. Nach dem Austritt aus dem Schädel vereinigt er sich mit dem Nerv des siebenten Paares (= N. hypoglossus - Lo.), welches der Zunge und dem Zungenbein-muskel zugeordnet ist, und teilt sich dann beiderseits in einen äußeren und einen inneren Ast.

Der rechtsseitige äußere Ast (= N. vagus - Lo.) gibt zunächst Äste an die Halsmuskeln, dann an die inneren Kehlkopfmuskeln und den Speiseröhrensphincter ab, verläuft dann unter der Clavikel zwischen der Vena jugularis und der Arteria carotis in den Brustraum und gibt nach einer Schlingenbildung den sog. N. recurrens ab, der um die Subclavia eng an der rechten Seite der Trachea nach oben verläuft und sich teils in die Trachea selbst, teils in die Kehlkopfmuskulatur verzweigt. Von hier aus werden Zweige zur Pleura, zum Pericard, besonders auch zum Rippenfell und auch zur Trachealverzweigung abgegeben.

Nachdem er den Namen N. stomachicus angenommen hat, teilt er sich in zwei Äste, tritt mit der Speiseröhre durch das Zwerchfell, umfaßt die Cardia mit einem Netz von Nerven-ästen und gibt einen ähnlichen Ast an die Leber ab.

"Internus sexti paris in latere dextro ramus fibras suas oblonga, rubraque, sed callosa substantia circumflexa roborat. In progressu vero per anteriora cervicis, dum plexui sese applicat, qui ex cervicalibus nervorum paribus constituitur, surculis ab iis eductis, callumque denuo corporis accessione crassescens, ad thoracem deferitur, in quo sub pleura membrans, juxta costarum radices descendens, assumpto a singulis intercostalibus nervis surculo, (unde et costalis nomen obtinuit)...."

"Der rechtsseitige innere Ast des sechsten Paares verstärkt seine Fasern durch die Umscheidung mit einer länglichen rötlichen aber derben Materie (= Gln. cervicale superius - Lo.). Beim Verlauf durch den vorderen Teil des Halses, wo er sich dem von den Halsnervenpaaren gebildeten Plexus nähert, wird er nach der Aufnahme von Zuflüssen aus den Plexus durch den Beitritt eines weiteren Ganglions (= Gln. cervicale inferius - Lo.) verstärkt, verläuft dann zum Thorax, indem er unter der Pleura nahe den Rippenanfängen verläuft und dort von den einzelnen Intercostalnerven einen Zufluß erhält, weshalb er auch als Costalis bezeichnet wird."

x 2:

"Ces ramifications réciproques de l'un et de l'autre tronc de la huitième paire, ou tronc sympathique moyen, leur raconte ~~mutuelle~~ et leur communication avec les filets du nerf intercostal ou grand sympathique, dont il sera parlé bientôt, forment des entrelacements particuliers que l'on appelle plexus. Il y en a ici deux principaux: l'un nommé le plexus cardiaque et l'autre le plexus pulmonaire."

"Diese wechselseitigen Verzweigungen der beiden Stämme des achten Paares (= N. vagus - Lo.) oder mittleren sympathischen Nerven, ihre Bewegung und Verbindung mit den Fäden des Intercostalnerven oder großen sympathischen Nerven, von dem bald die Rede sein wird, bilden besondere Verflechtungen, die man Plexus nennt. Hier sind zwei Hauptplexus zu nennen: der sog. Plexus cardiacus und der andere, der Plexus pulmonalis."

x 3:

"Ces nerfs sont communément appelés intercostaux. Ce nom ne répond nullement à leur situation ni à l'étendue de leur route, j'ai cru que celui de grands nerfs sympathiques leur conviendrait mieux, à cause de leurs communications très fréquentes avec la plupart des autres nerfs principaux de tout le corps humain."

"Diese Nerven werden gewöhnlich Intercostalnerven genannt. Dieser Name stimmt keineswegs mit ihrer Lage oder mit ihrem Verlauf überein. Ich habe geglaubt, daß der Name "große sympathische Nerven" treffender ist wegen ihrer sehr zahlreichen Verbindungen mit den meisten anderen Hauptnerven des ganzen menschlichen Körpers."

x 4:

"D'après tout cela, il est manifeste qu'une ligne de démarcation tranchée sépare les nerfs des ganglions et ceux du cerveau, et que c'est une manière inexacte, que celle qui consiste à les regarder comme fournant un nerf unique émané de ce dernier par une origine quelconque."

"Nach all diesen Betrachtungen ist es klar, daß eine scharfe Grenzlinie die Nerven der Ganglien von denjenigen des Gehirns trennt... ."

x 5:

"Jene Geflechte des vegetativen Nervensystems, die wir bis jetzt betrachtet haben, sind überall durch zahllose und netzförmige Verknüpfungen unter sich verbunden, haben nirgends einen dominierenden Herd, und machen nebst den eingesprengten Nervenknoten, gleichsam den Körper des vegetativen Nervensystems aus. Diese nervöse Individualität ist in ihrer Peripherie kreisförmig, gleichsam wie durch eine Verzäunung eingeschlossen und vom Cerebralsystem geschieden, nämlich durch eine Reihe von Ganglien, die an beiden Seiten des Rückgrats liegen, durch Verbindungsäste aneinander gekettet, unten durch den Steißknoten und oben durch das Gehirn zu einem Kreise verbunden sind."

x 6:

"...tandem superato diaphragmate, demissis ad mesenterii origines aliquot ramis, juxta cum altero interno sibi ramo plexum produit nerveum callosis, ganglioque similibus corporis varie stipatum; a quo per dextram mesenterii regionem, copiosi nervi ad intestini, tum ad omentum, jecur, cystin felleam, renemque dextrum surculi excurrunt. Reliquum ejus, quod a plexu liberum, partim in os ipsum sacrum absumitur, partim ad fundum uteri, vesicamque dextrosam dispergitur."

"...Nach Durchschreiten des Zwerchfells und Abgabe einiger Äste zum Mesenterialnetz erzeugt er mit dem inneren Ast der Gegenseite einen nervösen Plexus (= Plexus solaris - Lo.), der von derben, überbeinähnlichen Knoten besetzt ist. Von hier gehen reichliche Fasern durch den rechten Teil des Mesenteriums zum Darm und Netz, zur Leber, Gallenblase und zur rechten Niere. Der Rest, der nicht in den Plexus aufgenommen wird, wird teils vom Kreuzbein aufgenommen, teils verzweigt er sich zum fundus uteri und zur rechten Blasenseite."

x 7:

"Munia quoad sensum.

Tunica ista nervea interiorum ventriculi cavitatem - quasi vas Chymicum sive Matracicum, in quo alimenta dissolventur et in Chylum digeruntur, - constituit. Fibrae ejus potissime ad sensationem, et fossam quandantenus etiam ad motum faciunt."

"Diese Nervenhiille ist, wie das Speisebrei- oder Matracium-Gefäß, in dem die Speisen aufgelöst werden, in der Bauchhöhle gelegen; die Faasern dieser Nervenhiille tragen hauptsächlich zur Empfindung bei und versetzen die Magenfalte in Bewegung."

x 8:

"Der ophthalmische Knoten (= G. ciliare - Lo.) sendet Äste zu den gemeinsamen Bewegungsnerven der Augen und zum Nasalnerven. Das G. sphenopalatinum liefert Communicationen den oberen Kinnbackennerven, der obere Halsknoten allen Nerven, welche ihn umgeben, nämlich nach oben den äußeren Bewegungsnerven, nach innen den großen Hypoglossus, dem Vagus, dem Glossopharyngeus, dem Spinalis etc., nach hinten den ersten Halspaaren des Rückenmarks."

Alle Knoten, welche übereinander längs der Wirbelsäule liegen, senden Communicationszweige zu den entsprechenden foramina intervertebralia.

Der Stirnnerv communiciert mit dem halbmondförmigen Knoten usw. Es ist also keiner von den Knoten ganz von den Nerven des tierischen Lebens isoliert. Daher der allgemein übliche aber sehr ungenaue Ausdruck, welcher jeden Knoten so bezeichnet, als wenn er aus diesem oder jenem Paare entspränge oder sich in seinem Verlauf befände. So befand sich der ophthalmische Knoten keineswegs im Verlauf des gemeinsamen Bewegungsnerven. Der eine wie der andere entsenden je einen Zweig, welche zusammenfließen oder anders ausgedrückt, findet eine Communication zwischen

Knoten und Hirnnerv statt. Im allgemeinen sind diese Communicationszweige mit dem System des tierischen Lebens kurz, weißlich und von der gleichen Beschaffenheit oder wenigstens von dem gleichen Aussehen wie die Nerven des letzteren. Sie bilden keine Geflechte in ihrem Verlauf, geben selten Zweige ab und scheinen zu nichts anderem bestimmt zu sein als Anastomosen zwischen beiden Systemen zu vermitteln." (Franz. Originaltext ist nicht auffindbar.)

x 9:

- a) "Ceux qui sont identiques au système cérébral par leur couleur blanche, par la possibilité de diviser leurs troncs en cordons distincts, et ceux-ci en filets, lesquels paraissent neurilématisés et médullaires comme les précédents.
- b) ceux-ci qui n'offrent que de petits filets isolés, grisâtres ou rougeâtres, mollasses, et qui se voient surtout en nombre prodigieux dans les plexus. Ceux-ci ont-ils un neurilème, une substance médullaire? Il est impossible de le terminer."
- a) "Diejenigen, welche zum Cerebralsystem gehören aufgrund ihrer weißen Farbe, der Möglichkeit, ihre Äste in bestimmte Zweige aufzuteilen und diese wiederum in Fäden, welche mit Neurilemma und Mark versehen sind wie die vorhergehenden."
- b) "Diejenigen, welche nur isolierte kleine gräuliche oder rötliche weiche Fäden zeigen und die vor allem in den Plexus zahlreich vorhanden sind. Haben diese ein Neurilemma, eine Marksubstanz? Es ist unmöglich, dies zu entscheiden."

x 10:

"Da man die Auflösung des Mohnsaftes an die Bauchmuskeln eines Frosches brachte, dessen Gehirn und Rückenmark zerstört worden waren, so hob dieses die Bewegung des Herzens nicht so geschwind auf, als es außerdem, wenn das Gehirn und Rückenmark ganz geblieben wären, geschehen sein würde. Dieses ist ein deutlicher Beweis, daß die Wirkung des Mohnsaftes die Bewegung der Teile, die er nicht berührt, aufzuheben bloß mittelst des Gehirns und des Rückenmarks und nicht durch eine andere Verbindung der Nerven erfolgt.- Es ist wahr, daß wenn man einem Frosch das Gehirn und Rückenmark ausgenommen hat, und man eine Auflösung des Opiums an die Bauchmuskeln bringt, die Bewegung des Herzens etwas geschwinder als außerdem aufhört. Dieses ist aber nicht eine Folge der Wirkung des Mohnsaftes auf die Nerven, die er berührt, sondern einiger feineren Teile desselben, welche durch die einsaugenden Adern aufgenommen und zu dem Herzen gebracht werden."

Ein Beispiel aus der Klinik:

"D. HILARY hat in der Bilecolik bemerkt, daß, wenn der Schmerz in den Gedärmen lange angehalten hat, und zuletzt schwächer wird, sich ein Schmerz in dem obersten Teil der Schulter und den in dieser Gegend liegenden Muskeln einfindet, der mit einer ungewöhnlichen Empfindung und einem Kriebeln (tingling) längs des Rückenmarkes verbunden ist, welche sich bald von da zu den Nerven der Arme und Beine erstreckt, worauf diese Teile erst schwach und hernach völlig gelähmt werden. Scheinet diese Beobachtung nicht zu zeigen, daß die Lähmung der Glieder bey dieser Colik nicht von einer Verbindung der Nerven der Därme mit den Nerven dieser Teile, sondern von dem Rückenmark, das zuerst leidet, entsteht?"

x 11:

"Die Zusammenziehung des Augensterns, wenn das Licht die Augen beleidigt (ohne Zweifel eine Beobachtung des Pupillenreflexes, den wir der Pars ciliaris des Nervus nasociliaris zuordnen - Lo.); wenn größere Körper die Augen zu verletzen drohen, die Zusammenziehung der Augenlider (ein Reflex über den Nervus facialis - Lo.); das Erbrechen, das ein Stein in den Nieren oder den Harngängen verursacht (ein Wirkungsbereich des Nervus vagus - Lo.); der Husten, den ein Reiz des Gehörganges erregt. - Die anhaltende Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Zwerchfells bei dem Stuhlzwang oder dem Harnzwang, und während der Geburtsschmerzen. - Das wechselweise Zusammenziehen dieser nämlichen Muskeln beim Niesen, Husten und Schlucken. - Der ungewöhnliche Zufluß der Säfte zu jedem gereizten Theile."

x 12:

"Das Erbrechen, das eine Entzündung der Leber verursacht. - Der Schmerz, das Schwellen und die Entzündung der Hand und des Armes bei einem Nagelgeschwür. - Die vermehrte Entzündlichkeit der Netzhaut bei der Entzündung des Weißen im Auge oder bei der Entzündung der Hornhaut. - Die Übereinstimmung zwischen der Gurgel und dem Schlunde (Schluckreflex - Lo.)."

x 13:

"Wenn das Gehirn verwundet, entzündet, vereitert oder auf eine andere Art beschädigt ist, so leidet fast jeder Teil des Körpers und oft entstehen daraus Erbrechen, Zittern, usw. - Ist der Magen gesund, und geht die Verdauung gut vonstatten, so ist man aufgeräumt und der ganze Körper leicht und munter; ist aber dieser Teil einigermaßen in Unordnung geraten, so erfolgt daraus eine Mattigkeit, Schwachheit, Melancholie, Schlaflosigkeit und ängstliche Träume. - Stößt man bei Tieren, die erst vor kurzem gestorben sind, eine Sonde das Rückenmark hinunter, so werden

alle Muskeln des Körpers und der Gliedmaßen von Zuckungen befallen. - Von einem rauhen Knochen oder knorpelartigen Körper, der die Nerven der großen Zehe oder Wade reizte, entstand die fallende Sucht."

x 14:

"Denn mein Wille, mein Gedächtnis, meine Einbildungskraft und mein Vermögen zu urteilen bleibt, nachdem dieser Finger abgeschnitten worden ist, noch vollkommen, es ist nichts von den Kräften der Seele mit ihm abgegangen. Dieser unverstümmelte Wille aber kann nun nicht mehr in diesem Finger wirken und gleichwohl bleibt dieser Finger reizbar. Die Reizbarkeit hängt also weder von dem Willen noch von der Seele ab."

x 15:

"Gangliorum moles major est quam sit aggregatum omnium vasorum ingredientium atque egredientium; quo fit, ut ad eorum productionem necesse sit concurrere, praeter communia vasa, peculiare aliud corpus, non tam ex cohaerentia et complicatione praefatorum nervorum, ac sanguiferorum, quam ex novis organicis partibus, quos provide solersque natura, subsistentibus proleq exoctis liquidis, simul etiam, elongatis, varieque dispositis, solidarum fibris, fingat et creat." (LANCISI, de gangliis)

x 16:

"That the determinations of the will are, as it were, intercepted, and prevented from reaching certain parts of the body, by means of the ganglions, may be farther inferred by considering, that all nerves, which have a ready communication with the soul, either by affecting it with perceptions, or conveying its commands, have no ganglions: These are never found upon the olfactory optic or auditory nerves, any more then upon the nerves and instruments in voluntary motion. For we may well imagine the same mechanism, which prevents the will from

extending its controul to some muscles, placed upon a sensory nerve, would have equally hindered the conveyance of any sensible impression of the mind."

x 17:

"It ist wellknown, for instance, that all the nerves sent from the spinal marrow have ganglions, where they send of the branch, which communicates with the intercostals. Though this be true, it is most probable, that the ganglions respect the intercostals, and only affect its nerves, leaving the other fibres fit and free for the conveyance of the commands of the will, as in fact many of them are distributed to muscles under its power and direction."

X 18:

"Le Système nerveux en général.

....Le système nerveux offre deux substances tout-à-fait différentes: des fibrilles nerveuses ou medullaires, et une substance pulpeuse ou gélatineuse, d' une couleur varié plus ou moins grisâtre, rougeâtre, jaunâtre, noirâtre ou pâle, appelée vulgairement, mais très improprement substance corticale. Cette dernière substance recouvre non seulement tous les pourtours du cerveau et du cervelet, mais on la trouve aussi en très grande quantité, tantôt à l'extérieur, tantôt à l'intérieur, dans les différentes parties cerébrales, par exemple, dans la protubérance annulaire, les pèdoncules, les couches optiques, les corps striés, les tubercules quadri-jumeaux, de même que dans le plancher du quatrième ventricule, dans la moëlle allongée, dans toute la longueur de la moëlle épinière; elle se rencontre encore près de toutes les origines des nerfs; quelquefois elle le accompagne d'une manière très visible dans leur cours; elle recouvre enfin tous les épanoissemements nerveux, par exemple, sur la peau, où elle porte le nom de reseau miqueux de MALPIGHI; elle forme la pulpe presque liquide du labyrinthe, une partie de la membrane muqueuse dans les cornets du nez,

la surface de la rétine etc., etc....C'est donc dans les animaux les plus simples, comme dans l'homme, que les nerfs tirent leur origine de cette substance gélatineuse, à laquelle nous serions tentés de donner le nom de matrice des nerfs.

Après leur point de départ, les nerfs poursuivent leur marche en grossissant insensiblement à l'aide de la même substance qui les accompagne, comme l'on voit dans le nerf olfactif, etc. Arrivés à un nouvel amas de cette masse, ils la pénètrent intimement et forment un renflement d'une figure très variée, et d'une texture plus ou moins entrelacée, en un mot un ganglion.

Ces ganglions servent non seulement à renforcer les nerfs, mais aussi à modifier leur fonctions. Chaque ganglion est donc en effet, comme dit BICHAT, un centre ou un foyer particulier d'un système nerveux indépendant des autres pour son action, lequel n'a rien de commun avec les organes analogues que par les branches communicantes."Les nerfs de l'encéphale", dit le dernier CUVIER, "ne présentent point la disposition des nerfs de la moëlle épinière; les différens tubercules qui forment l'encéphale, semblent eux-mêmes servir des ganglions, du moins à plusieurs nerfs qui en sortent."

Il n'est pas difficile à présent d'expliquer pourquoi les ganglions reçoivent un si grand appareil de vaisseaux sanguins; pourquoi les nerfs forment à leur extrémité un épanouissement qui occupe une superficie beaucoup plus grande, par exemple, à la peau, dans les muscles que celui que l'on auroit pu attendre de leur premier cordon; pourquoi certains systèmes nerveux, pour être propres à leurs fonctions respectives, ont besoin d'être renforcés et modifiés par plusieurs ganglions, tels que le nerf olfactif et le nerf optique; pourquoi ces renforcements et ces modifications du même système sont plus ou moins multipliés dans les diverses espèces d'animaux."

"Vom Nervensystem im allgemeinen.

Das Nervensystem bietet zwei vollkommen verschiedene Substanzen: Nerven- oder Markfasern und eine fleischige oder gelatineartige Substanz von verschiedener Farbe mehr oder weniger gräulich, rötlich, gelblich, schwärzlich oder bleich, welche man einfach, jedoch unpassend, Rindensubstanz nennt. Diese letztgenannte Substanz bedeckt nicht nur alle Windungen von Groß- und Kleinhirn sondern man findet sie auch in sehr großer Menge bald außen, bald innen in den verschiedenen Hirnpartien. Z.B. im Infundibulum, in den Hirnschenkeln, im Thalamus im corpus striatum, in den Vierhügeln, ebenso wie auf dem Boden des vierten Ventrikels, in der Medulla oblongata, in der ganzen Länge des Rückenmarks; sie findet sich noch bei allen Nervenursprüngen; manchmal begleitet sie diese gut sichtbar in ihrem Verlauf; endlich umgibt sie alle Nervenausbreitungen, z.B. in die Haut, wo man sie das schleimige Rete Malpighi nennt; sie bildet den fast flüssigen Brei des Labyrinths, einen Teil der Schleimhaut in den Nasenmuscheln, die Oberfläche der Netzhaut etc.

.....In den primitivsten Tieren ebenso wie im Menschen nehmen die Nerven ihren Ursprung von dieser gelatineartigen Substanz, bei der wir versucht sind, sie Nervengrundsubstanz zu nennen.

Nach ihrem Austrittspunkt werden die Nerven im weiteren Verlauf mit Hilfe der gleichen Substanz, welche sie begleitet, unmerklich dicker. Man kann dies am Nervus olfactorius usw. sehen. An einer neuen Anhäufung dieser Masse angekommen, dringen sie in diese ein und bilden eine Anschwellung von sehr verschiedenem Aussehen und einem mehr oder weniger verflochtenen Gefüge; mit einem Wort, ein Ganglion. Diese Ganglien dienen nicht nur dazu, die Nerven zu verstärken, sondern auch dazu, ihre Funktionen zu verändern. Jedes Ganglion ist also, wie BICHAT sagt, ein Zentrum oder besonderer Brennpunkt eines von den anderen (Ganglien) unabhängigen Nervensystems. In seiner Aktion

hat es mit den analogen Organen keine Gemeinschaft bis auf die Rami communicantes,...

....."Die Hirnnerven, sagt CUVIER, zeigen überhaupt nicht die Anordnung der Spinalnerven; die verschiedenen Knötchen, welche das Gehirn bilden, scheinen selbst als Ganglien zu dienen, wenigstens für verschiedene Hirnnerven, die daraus entspringen."

"Jetzt ist es nicht schwierig, zu erklären, warum die Ganglien eine so starke Blutversorgung haben; warum sie an ihrem Ende eine Ausbreitung haben, welche beispielsweise in der Haut in den Muskeln eine viel größere Oberfläche hat als man aufgrund des primären Stranges hätte erwarten können; warum bestimmte Nervensysteme, um für ihre Funktionen geeignet zu sein, durch mehrere Ganglien verstärkt und verändert sein müssen, wie z.B. der Nervus olfactorius und der Nervus opticus; warum diese Verstärkungen und Abänderungen in den verschiedenen Tierarten mehr oder weniger vermehrt sind."

VI. ZUSAMMENFASSUNG.

Die wichtigsten makroskopisch-anatomischen Entdeckungen wurden bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts gemacht.

Unsere heute gebräuchlichen Einteilungen von Organismus und Nervensystem und die grundlegenden Gedanken und Versuchsanordnungen zur Neurophysiologie stammen - abgesehen von den GALENschen - aus dem 18. und 19. Jahrhundert.

Diese Anfänge bestimmen in manchen Punkten auch heute noch das wissenschaftliche Denken.

- BICHAT, Xavier: Physiologische Untersuchungen über
Leben und Tod.
Kopenhagen 1802.
- BOERHAAVE: zit. nach HALLER, Albrecht. Von den
empfindlichen und reizbaren Teilen
des menschlichen Körpers.
Leipzig 1922.
- " : zit. nach WHYTT, Robert: An Essay
on the vital and other involuntary
Motions auf Animals.
Edinburgh 1751.
- BORDEN de, Theophile: Oeuvres complètes...
Paris 1818.
- " : zit. nach NIEMEYER, REILs Arch. f.d.
Physiologie, Bd. 11;
zit. nach EMMERT, A.G.F., REILs Arch.
f.d. Physiologie, Bd. 9, Halle 1796 -
1805.
- BORELLI: zit. nach HALLER, Albrecht: Von den
empfindlichen und reizbaren Teilen
des menschlichen Körpers.
Leipzig 1922.
- BUFFON: zit. nach NIEMEYER, REILs Arch. f.d.
Physiologie, Bd. 9, Halle 1796-1805.
- CABANIS: zit. nach NIEMEYER, REILs Arch. f.d.
Physiologie, Bd. 11, 1812.
- CLARA, Max: Das Nervensystem des Menschen.
1942.
- CONDILLAC: zit. nach EMMERT, A.G.F. REILs Arch.
f.d. Physiologie, Bd. 9,
Halle 1796 - 1805.

- CUVIER: zit. nach BICHAT, Xavier. Allgemeine Anatomie angewandt a.d. Physiologie u. Arzneiwissenschaft. Leipzig 1802, 1803, 1823.
zit. nach BICHAT, Xavier. Physiologische Untersuchungen über Leben und Tod. Kopenhagen 1802.
- CYSTERNAY-DUFAY de, Charles-François: zit. nach KOENIGSBERGER, J. Graetz' Hdb. d. Elektrizität, Bd. 3, S.661-694.
- DESAULT: zit. nach REILs Arch.f.d.Physiologie, Br. 11, 1812.
- DESCARTES: zit. nach WHYT, Robert. An Essay on the vital and other involuntary Motions of Animals. Edinburgh 1751.
- ERISTRATOS: zit. nach RITTER, C., Plato, sein Leben, seine Schriften, seine Lehre. 1910-23.
- EUSTACHIO, B.: Opuscula anatomica. Venice 1563.
" : Tabulae anatomicae novis explicationibus illustratae ab Andreae Maximae. Rome 1714.
- FALLOPPA, Gabriel: zit. nach WUTZER, Garolus Gulielmus. De corporis Humani gangliorum Fabrica atqueUsu. Monographia Berolini: 1817.
- FERNELIUS: zit. nach HALLER, Albrecht. Von den empfindlichen und reizbaren Teilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1922.
- FRANKLIN, Benjamin: zit. nach KOENIGSBERGER, J., Graetz' Hdb. der Elektrizität, Bd. 3, S.661-694.

- GALENUS, Claudius: zit. nach SONQUES, A. Les connaissances neurologiques de Galien.
Rev. neurol. 1: 297, 1933.
- GALL, Franz Josef: Recherches sur le système nerveux.
Paris 1809.
- GALL, F.J. et : Anatomie et Physiologie du système
SPARZHEIM, G. nerveux en général et du cerveau en
particulier.
Vol. 1, Paris 1810.
- GALL, Franz Josef: Sur les fonctions du cerveau.
Paris 1822 - 25.
- GIRAUDET: zit. nach EMMERT, A.G.F., REILS Arch.
f.d. Physiologie, Bd. 9, Halle 1796-1805.
- GLISSON, Franz: zit. nach WHYTT, Robert. An Essay on
the vital and other involuntary Motions
of Animals.
Edinburgh 1751.
- GOERKE: zit. nach MECKEL, Joh. Friedrich d.Ä.
Observation anatomique avec l'examen
physiologique du véritable usage des
noeuds, en ganglions du nerf.
Mem. Acad royale de sc. 9, 130, 1755.
- GRAY, Stephen: zit. nach KOENIGSBERGER, J., Graetz'
Hdb. d. Elektrizität, Bd. 3, S. 661-694.
- HALLER, Albrecht: Von den empfindlichen und reizbaren
Teilen des menschlichen Körpers.
Leipzig 1922.
- HARVEY: zit. nach WHYTT, Robert. An Essay on
the vital and other involuntary Moti-
ons of Animals.
Edinburgh 1751.

- HELMONT: zit. nach HALLER, Albrecht. Von den empfindlichen und reizbaren Teilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1922.
- HIPPOCRATES: zit. nach FUCHS, R., Hippocrates sämtliche Werke. Vol. 1, 1895 - 99.
- HIRSCH: zit. nach WUTZER, Carolus Galiemus. De corporis Humani Gangliorum Fabrica atque Usu. Monographia Berolini 1817.
- JOHNSTONE, Phil.: Essays on the use of the ganglions of the nerves. Shrewsbury 1771. Trans. London 54, 1764.
- KEPLER, zit. nach REIL, Joh. Christ. Exercitationum anatomicarum fase. 1 de structura nervorum. Halae Saxonum 1796.
- KNIDOS, von, Chr.: zit. nach FUCHS, R. Hippocrates sämtliche Werke, Vol. 1, 1895 - 99.
- LUCAE, D.: zit. nach BICHAT, Xavier. Allgemeine Anatomie angewandt a.d. Physiologie u. Arzneiwissenschaft. Leipzig 1802, 1803, 1823.
- LANCISI, J.M.: De gangliis nervorum in MORGAGNI. Leyden 1723.
- MALPIGHI: zit. nach HALLER, Albrecht. Von den empfindlichen und reizbaren Teilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1922. zit. nach LANCISI, J.M., De gangliis nervorum in MORGAGNI. Leyden 1723.

- MATHIESSEN, A.: Pogg. Ann. d. Physik. 103, 428, 1858.
- MECKEL, Joh. Friedrich d.Ä.: Observation anatomique avec
l'examen physiologique du veritable
usage des noeds, ou ganglions du nerf.
Mem. Acad. royale de sc. 9, 130, 1755.
- MEISSNER: zit. nach AUERBACH, Leopold.
Über einen bisher unbekannten ganglio-
nervösen Apparat im Darmkanal.
Virchows Arch. 30, 1862.
- MORGAGNI: Advers. Anat. P. 71.
De sedibus et causis Morborum.
- NEWTON: zit. nach NIEMEYER, REILs Arch. f.d.
Physiologie, Bd. 11, 1812.
- PINEL: zit. nach EMMERT, A.G.F., REILs Arch.
f.d. Physiologie, Bd. 9, Halle 1796-1805.
- PLATNER: zit. nach REIL, Joh. Christ., Exercita-
tionen anatomicarum fase. 1 de structura
nervorum.
Halae Saxonum 1796.
- PLATO: zit. nach RITTER, C., Plato sein Leben,
seine Schriften, seine Lehren. 1910 -23.
- REIL, Joh. Christ.: Exercitationen anatomicarum fase. 1 de
structura nervorum.
Halae Saxonum 1796.
- REISSEISEN: zit. nach BICHAT, Xavier. Allgemeine
Anatomie angewandt a.d. Physiologie u.
Arzneiwissenschaft.
Leipzig 1823.
- ROCHE de la: Analyse des fonctions du système nerveux.
1778.

- SCARPA, Ant.: De gangliis nervorum deque origine et
effentia nervi intercostalis.
Leipzig 1831.
- " : zit. nach BICHAT, Xavier, Allgemeine
Anatomie angewandt a.d. Physiologie u.
Arzneiwissenschaft.
Leipzig 1802, 1803, 1823.
- SÖMMERING: zit. nach BICHAT, Xavier. Allgemeine
Anatomie angewandt a.d. Physiologie u.
Arzneiwissenschaft.
Leipzig 1802, 1803, 1823.
- STAHL, Georg Ernst: Über den mannigfachen Einfluß von Gemüts-
bewegungen.
Leipzig 1961.
- STEPHANUS de, Etienne: zit. nach EUSTACHIO, B., Opuscula
anatomica.
Venice 1563.
- STOCHDORPH, Otto: Nervensystem und Nervengewebe.
Münch. Med. Woschr. 106, Jhrg. 1964,
Nr. 30 (S. 1301 - 1308).
- VESAL, Andreas: Tabulae anatomicae.
Venedig 1538.
- " : De Humani corporis Fabrica Libri septem.
Basel 1543.
- VESLINGIUS, Johann: Künstliche Zerlegung des ganzen mensch-
lichen Leibes.
Nürnberg 1676.
- VIEUSSSENS, Raymund: Neurographia universalis, hoc est omnium
humani corporis nervorum simul ac cere-
bri medullaeque spinalis descriptio
anatomica.
1716.

- WHYTT, Robert: An Essay on the vital and other unvoluntary Motions of Animals.
Edenburgh 1751.
- WILLIS, T.: Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus.
London 1664.
- WINSLOW, Jacobus Benignus: Exposition anatomique de la structure du corps humain.
Paris 1732.
- " : A description of the integuments. A description of the viscera and organs - of the vessels. With additions. See System. A System of Anatomy from Monroe. Vol. 2, 1784.
- WOLFF, Caspar Friedrich: zit. nach REIL, Joh. Christ., Exercitationum anatomicarum fase. 1 destruct. nervorum.
Halae Saxonum 1796.
- WRISBERG, Aug. Henr.: Vena Azyga Duplici Aliisque Hujus Venae Varietatibus.
Gottingae 1778.

L e b e n s l a u f

Am 1.3.1940 wurde ich in Nürnberg als Sohn des Ingenieurs Georg L o t z und seiner Ehefrau Karoline geboren.

Von 1947 - 1951 besuchte ich in Wettelsheim die Volksschule. Am 15. März 1960 bestand ich das Abitur am Deutschorden - Gymnasium Bad Mergentheim.

Im Sommersemester 1960 begann ich das vorklinische Studium an der Universität Erlangen.

Nach einem klinischen Semester an der Universität Innsbruck bezog ich die Medizinische Fakultät München, wo ich am 16. Februar 1966 das Medizinische Staatsexamen ablegte.

